Ueber

Eisenbahn-Anlagen

und ihren Betrieb

durch Dampf- oder Pferdekraft im Allgemeinen.

Von

F. W. Schwamkrug,

K. S. Oberkunstmeister in Freiberg.

Freiberg,

Verlag von J. G. Engelhardt.

1855.

Ueber

Eisenbahn-Anlagen

und ihren Betrieb

durch Dampf- oder Pferdekraft im Allgemeinen.

Von

F. W. Schwamkrug,

K. S. Oberkunstmeister in Freiberg.

Freiberg,

Verlag von J. G. Engelhardt.

1855.

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/uebereisenbahnan00schw

385.43
Sch93u

Die Frage: „ob Eisenbahnen für ungünstige Terrainverhältnisse und eben nicht sehr umfänglichen Verkehr auf Locomotiv- oder Pferde-Betrieb eingerichtet werden sollen?" ist schon mehrfach erörtert und öffentlich besprochen worden, meines Wissens aber nicht in so vollständig gründlicher Weise, als sie es, ihrer unverkennbaren Wichtigkeit halber, verdient, und nöthig ist, um in speciell vorliegenden Fällen für die eine oder die andere dieser Betriebsmodalitäten sich leicht entscheiden zu können.

Wenn die mehrsten jener Erörterungen im Allgemeinen zu Gunsten des Pferdebetriebes der Bahnen ausgefallen sind, so ist deshalb denen, die sie anstellten und der Oeffentlichkeit übergaben, ein wesentlicher Vorwurf nicht zu machen, da diese Erörterungen einer Zeit angehören, zu welcher man einerseits im Bau von Eisenbahnen weder die Erfahrungen gemacht, noch die großartigen darauf ausschließend berechneten Etablissements (Schienenwalzwerke, Locomotivenfabriken ꝛc.) geschaffen hatte, die gegenwärtig denselben außerordentlich erleichtern und verwohlfeilern, andererseits die immensen Fortschritte im Locomotivenbau nicht ahnte. Wohl aber verdienen diejenigen einen nicht unbegründeten Tadel, die in der Jetztzeit den Pferdebahnen noch das Wort zu reden belieben, nicht nur, weil sie den für Hebung des Zustandes der Cultur, des Verkehrs und der gesellschaftlichen Verhältnisse eines Landes so mächtigen Hebel nicht gehörig zu würdigen verstehen, sondern auch in der Regel den Umstand übersehen, daß in den

124072

allermeisten Fällen der Locomotivenbetrieb, bei dem gegenwärtigen Stande des Eisenbahnwesens, wohlfeiler und ungleich vortheilhafter ist, als der Pferdebetrieb, ganz vorzugsweise auf Gebirgsbahnen, für welche letzterer unter Umständen nur wenig Nutzen gegen eine gute Chaussee zu gewähren vermag.

Es ist eine allenthalben gemachte und deshalb unbestreitbare Erfahrung, daß der Pferdebetrieb in der Regel theuerer ist, als der Dampfbetrieb. Es muß daher auch im Allgemeinen bei Eisenbahnen als geltend anerkannt werden, daß der Betrieb derselben an sich mit Dampf wohlfeiler sei, als der mit Pferden, namentlich in Gegenden, wo Brennmaterial billig zu haben ist, Hafer aber theuer bezahlt werden muß. Als einziger wesentlicher Umstand, der dieses, auch für Locomotivenbetrieb günstige Verhältniß herabzuziehen vermag, kann nur der mehrere Aufwand für die Bahn und ihrer Betriebsmittel angesehen werden. Allein aber auch dieser, vor etwa 10 bis 15 Jahren, wenn nicht für's flache Land, so doch für Gebirgsgegenden, wo es sich um die Anlage von Eisenbahnen für nicht sehr massenhaften, fast ausschließlichen Güterverkehr handelte, noch begründet gewesene Umstand ist in Folge der inmittelst gemachten Fortschritte in der Locomotiventechnik glücklicherweise so gut wie überwunden zu betrachten, wenn man erwägt, daß durch Locomotivenbetrieb auf Eisenbahnen ungleich mehr sich bewirken läßt, als durch Pferdebetrieb, daß der Locomotivenbetrieb und die Bahn für denselben, um Kosten zu ersparen, den Verkehrsverhältnissen ja angepaßt werden kann, daß ferner hauptsächlich derselbe Steigungen von mindestens 1 : 40 recht gut zuläßt, Steigungen also, die man selbst bei Pferdebahnen nicht überschreiten sollte, daß daher endlich unter allen Umständen der Terrainbeschaffenheit das Verhältniß der Kosten einer Locomotivenbahn und der einer Pferdebahn ein fast constantes, d. h. ein solches geworden ist, das ohne Beeinträchtigung der einen oder der anderen der in Frage begriffenen Betriebsmodalitäten einer weiteren Aenderung kaum fähig sein dürfte. Denn sind bei der Anlage

irgend einer Bahn für den Betrieb derselben mittelst Locomotiven Kunstbauten unerläßlich, so sind diese auch für den Pferdebetrieb derselben nicht zu umgehen, und müssen solche in dem nämlichen Umfange, daher mit dem nämlichen Kostenaufwande ausgeführt werden, wenn es sich darum handelt, den Verkehr darauf zu erleichtern und zu verwohlfeilern. Macht sich ferner für eine Verkehrsader mit Pferdebetrieb nur ein Geleis nöthig, so ist die Anwendung desselben für Locomotivenbetrieb um so unbedenklicher und verhältnißmäßig mit minderem Aufwande verknüpft, da unter übrigens gleichen Umständen, der größern Geschwindigkeit der Locomotiven halber, wenn auch längere, so doch ungleich wenigere Weichen erforderlich sind. Hierzu kommt nun noch, daß man auch den Pferdebahnen, die an Haupt- oder Dampfbahnen sich anschließen, die Spurweite dieser geben muß, wenn selbstverständlich die Kosten und Zeit raubende Umladungsoperation für Frachtgüter wegfallen soll, daß man folglich auch, um Lowry's der Dampfbahn ohne Weiteres darauf verführen zu können, den Schienen einer solchen Bahn ohnehin eine entsprechend größere Stärke geben muß, daher es bei Bahnen, die nicht isolirt liegen, vielmehr Fortsetzungen einer Hauptbahn oder Anschlüsse an solche von nicht unbedeutender Art bilden, sich nicht um die Anwendung von Schienen und einer Spurweite handeln kann, wie sie zum Beispiel die vor zwanzig und einigen Jahren unter übrigens günstigen Terrainverhältnissen ausgeführte zur Zeit noch isolirte Budweis-Linz-Gmünder Pferdeeisenbahn besitzt.

Daß unter solchen Umständen gegenwärtig bei der Anlage einer Pferdebahn gegen die einer Dampfbahn Ersparnisse an weiter nichts, als am Oberbau gemacht werden können, und diese sich lediglich nur auf die Schienen beschränken, nicht aber zugleich auch auf die Bahnplanie mit erstrecken, da diese für Pferdebetrieb offenbar solider herzustellen ist und in der Unterhaltung theurer zu stehen kommt, ist ebenso klar, als daß diese Ersparnisse, wie später noch näher angegeben werden wird, nur sehr mäßig sein

können, deshalb auch von den Vortheilen einer Dampfbahn gar sehr überwogen werden müssen.

Gleichwie bei jeder anderen mechanischen Arbeit bilden bei dem Verkehr, derselbe mag nun auf gewöhnlichen Straßen, Eisenbahnen oder Canälen stattfinden, zwei Factoren den Umfang oder die Größe desselben, das sind die fortzuschaffende Masse und die Geschwindigkeit, mit welcher diese bewegt wird. Je größer die Geschwindigkeit ist, desto kleiner kann für ein und dasselbe Product, oder die nämliche mechanische Arbeit, die Masse des Transportes sein. Sie ist daher für jeden Fabrikanten, Kaufmann, überhaupt für Jedermann, der Güter bezieht oder Güter zu versenden hat, von großer Bedeutung, da ihm nicht gleichgiltig sein kann, ob er sie z. B. in vier Tagen oder nur in einem Tage erlangen oder an den Ort ihrer Bestimmung bringen kann; er wird immer, stehen ihm beide Wege zu Gebote, denjenigen wählen, auf welchem der Zweck in der kürzesten Zeit erreicht wird, nicht nur des möglichen Bezuges oder der Versendung kleinerer Quantitäten von Waaren wegen, sondern auch, um das Umsatzcapital vortheilhafter verwerthen zu können. Von welchem hohen Werthe die Geschwindigkeit des Transportes ist, dafür spricht unter Anderen auch der Umstand, daß wenigstens auf den wichtigsten Dampfbahnen Englands fast stündlich Züge nach beiden Richtungen expedirt werden, daß ferner Belgien, trotz seiner vielen schiffbaren Canäle, von Dampfbahnen durchzogen ist, die ungeachtet der höheren Frachtsätze für Güter doch sehr benutzt werden.

Also nicht nur für Personenverkehr, nein, auch für den Gütertransport ist eine ansehnlichere Geschwindigkeit, als die es ist, welche wir gewohnt sind, von nicht geringem Belange, und wenn man sagt, diese oder jene Bahn ist ja nur für den Gütertransport bestimmt, und kann deshalb, weil es nicht darauf ankommt, das Gut früher oder später zu erhalten, mit Pferden betrieben werden, so ist dies schon aus dem Grunde falsch, weil es, vielleicht mit alleiniger Ausnahme ganz isolirter oder kurzer Bahnen

ganz untergeordneter Art, auf dem ganzen Continente keine Bahn gibt, die sich nur mit dem Güterverkehr befaßte. Mehr oder weniger werden auf den bestehenden Bahnen auch Personen befördert, und diese benutzen sie nicht etwa, um überhaupt von einem Orte nach dem andern zu gelangen, sondern, um schnell zu reisen, und hiermit Geld und Zeit zu ersparen.

Wo daher die Anlage einer Eisenbahn in Frage kommt, die bei Pferdebetrieb durch den Gütertransport zu rentiren verspricht, da ist es wohl zu überlegen, ob man sie nicht lieber für Locomotivenbetrieb einrichten soll, indem man für diesen auch das reisende Publikum gewinnt, das zu dem Ertrage der Bahn ungemein viel beiträgt. Man braucht nur einen Blick in die jährlichen Uebersichten über Frequenz, Einnahme und Ausgabe der deutschen Eisenbahnen zu thun, um sich davon zu überzeugen, welchen beträchtlichen Theil von der Gesammteinnahme die Einnahme vom Personentransport bildet. Unter 36 deutschen und ausländischen Locomotivbahnen betrug dieser Antheil auf das Jahr 1851 nur bei der (damals noch unvollendeten) Chemnitz-Riesaer Staatseisenbahn 0,28 %, bei 9 Bahnen über 30 %, bei 12 Bahnen über 40 %, bei 9 Bahnen über 50 %, bei 4 Bahnen über 60 %, bei der Sächsisch-Böhmischen Staatseisenbahn ja sogar etwas mehr als 80 % der Gesammteinnahme; er würde, nach meiner Ueberzeugung, nicht die Hälfte, ja vielleicht nicht einmal das Drittel von diesen Ergebnissen betragen haben, wenn diese Bahnen mit Pferden betrieben worden wären.

Alle diese Momente, welche ich hier im Allgemeinen zu Gunsten der Dampfbahnen angeführt habe, werden nur zu deutlich durch die Erfahrung bestätigt, daß ohngeachtet jener Stimmen, welche in den letzten zehn Jahren den Pferdebahnen noch huldigten, und die Dampfbahnen für einen Luxus- oder Mode-Artikel zu bezeichnen beliebten, doch immer nur Dampfbahnen zu Stande kamen und daß insbesondere die Eisenbahntechniker, in vollständiger Erkennung des Werthes derselben, der sie berufen macht,

den Landestransport von Personen, Gütern, Briefen ꝛc. auf die regelmäßigste, schnellste und wohlfeilste Weise zu vermitteln, während sich alle übrigen Transportmittel auf Seitenwegen denselben nur dienend unterzuordnen haben, mit lobenswerthem Eifer unausgesetzt bemüht gewesen sind, Verbesserungen selbst bis zu den kleinsten Theilen derselben herab anzubringen, um sie auch der in der Regel ärmeren Bevölkerung der Gebirgsgegenden zugänglich zu machen, und diese in dem, die agricole wie industrielle Cultur hebenden, großen Verkehrsverbande aufzunehmen, d. i. ihnen Gelegenheit zu geben, die von der Natur gebotene Erwerbsquellen nach Möglichkeit auszubeuten, und somit, der immer mehr und mehr zunehmenden Consumtion gegenüber, in entsprechender Weise neue Wege zur Production zu eröffnen. Daß dieser Zweck in einer Zeit, in welcher in fast jeder Gewerbs- und Geschäftsbranche bedeutende Anstrengungen gefordert werden, wenn sie den nöthigen Unterhalt verschaffen soll, nur durch eine ganze, nicht aber durch eine halbe Maaßregel vollständig erreicht werden kann, bedarf nicht erst des Beweises, und die Redensart: „daß es nicht nöthig sei, das Beste und das Vollkommenste gleich anzuwenden, indem es ja später auch Zeit sei, dasselbe ohne Verlust nachzuholen," scheint auf die fortschaffende Mechanik am allerwenigsten anwendbar zu sein. Als die Chausseen eingeführt wurden, glaubte man auch nicht, besser zu thun, mit denselben an den Gehängen des Gebirges hinzugehen, sondern führte sie unter Umständen schnurstracks über die höchsten Kuppen oder Rücken der Berge hinweg, um den kürzesten Weg bei Aufwendung der geringsten Kosten zu erzielen. Jetzt, nachdem man die mit dergl. Straßen verknüpfte Gefahren, kostspielige Unterhaltung und sonstige Unzuträglichkeiten kennen gelernt hat, corrigirt man sie, indem man ihre über Gebirge wegführende Tracte an das Gehänge, und zwar oft mit bedeutendem Umweg und Kostenaufwande legt, nicht etwa des zugenommenen Verkehrs allein wegen, sondern hauptsächlich, um ihre Unterhaltung zu verwohlfeilern, die Gefahr zu

vermindern, den Verkehr sicherer zu machen und zu erleichtern. Daß die Kosten für den abgeworfenen Tract als verloren anzusehen sind, leuchtet wohl Jedem ein, und mit der Phrase: „es habe sich dieser Tract vielfach bezahlt gemacht," ist nichts gesagt, was zu Gunsten dieser halben Maaßregel spräche, wenn man erwägt, daß die sofortige, erstmalige Herstellung des besseren Tractes, Alles richtig erwogen, ein weit günstigeres finanzielles Ergebniß geliefert haben würde.

Was hier für Chausseen gilt, muß natürlich auch für Eisenbahnen, gleichviel, ob sie mit Dampf oder mit Pferden betrieben werden, gelten, denn sie sind ja nichts anderes, als verbesserte Communicationsmittel. Also, warum sollte man bei diesen den nämlichen Verstoß gegen die fortschaffende Mechanik begehen, den man bei Chausseen theuer erkaufte?

Wenn somit ein überwiegender Grund nicht vorhanden ist, Eisenbahnen für Pferdebetrieb mehr Gefälle zu geben, als Dampfbahnen, insofern man die Wirksamkeit der ersteren nicht endlich auf Null herabziehen will, so liegt es auf der Hand, daß Bahnen von zwar untergeordneter Art, aber von nicht zu geringer Ausdehnung und in Verbindung mit Dampfbahnen nicht mit Pferden befahren werden dürfen, da, wie im Allgemeinen schon bemerkt wurde, die Anlage der Bahn für Dampfbetrieb gegenwärtig nur wenig mehr Aufwand verursachen kann, dieser Mehraufwand schon allein durch den gleichzeitigen Gewinn des Personenverkehrs, noch mehr aber auch durch den Umstand überwogen wird, daß Dampfbahnen, sie mögen kurz oder lang sein, ihrer ungleich größeren Leistungsfähigkeit halber ein größeres Verkehrsterrain umfassen, als nur Pferdebahnen. Der Beweis hierfür ist sehr einfach und ließe sich nach Befinden selbst durch Zahlen nachweisen; ich will mich jedoch hier nur auf das Anführen der ebenso einfachen als wohlbekannten Thatsache beschränken, daß nirgends in der Welt Chausseen in dem Umfange angelegt worden sind, welchen die vorherigen Communicationswege von ungleich geringerer Beschaffenheit

hatten, und daß die Eisenbahnen, aus dem nämlichen Grunde, niemals jenen Umfang erhalten werden, welchen die Chausseen besitzen, es wäre denn, daß die Verkehrsverhältnisse endlich über alle Maaßen so zunähmen, daß in Ermangelung eines noch besseren Beförderungsmittels das Eisenbahnnetz zur Bewältigung derselben nicht mehr ausreichte, oder demselben von diesem oder jenem Orte massenhafte Zufuhren zugingen, die den Nebenverkehr auf gewöhnlichen guten Wegen gar sehr erschwerten, daher die Anlage einer Seiten- oder Nebenbahn dringend nothwendig machten. Es folgt hieraus, daß in einem Lande ein Locomotivenbahnnetz weniger Meilen zu zählen braucht, als ein Pferdebahnnetz, versteht sich, in der Voraussetzung gleichen Verkehrsumfanges, und hieraus wieder der indirecte mindere Werth einer Pferdebahn gegen den Werth einer Dampfbahn.

Nach Vorausschickung dieser allgemeinen Gesichtspunkte, nach welchen allein schon es nicht schwer sein dürfte, für irgend einen gegebenen Fall sich entweder für die Anlage einer Pferdebahn oder die einer Dampfbahn entscheiden zu können, halte ich es für nöthig, im Hinblick auf den gegenwärtigen Stand der Eisenbahntechnik, noch einige wesentliche Rechnungen, jedoch frei von allen mathematischen Subtilitäten, zur gegenseitigen Beurtheilung dieser beiden Bahnarten folgen zu lassen, vorerst aber das Verhältniß zu erörtern, in welchem die Leistung eines Pferdes auf einer Eisenbahn zu der auf gewöhnlicher Chaussee steht.

Die Zugkraft eines mittelmäßig starken Pferdes ist nach Maschek $K = 110\left(3 - \frac{v}{4} - \frac{z}{8}\right)$ Zollpfunde, in welchem Ausdrucke v die Geschwindigkeit des Pferdes in sächs. Fuß und z die Zeit in Stunden bezeichnet, innerhalb welcher dasselbe täglich unausgesetzt thätig ist.

Die tägliche nützliche Leistung eines solchen Pferdes ergibt sich daher zu

$$L = 110\left(3 - \frac{v}{4} - \frac{z}{8}\right) v \,.\, 60 \,.\, 60 \,.\, z \,.$$

$$= 396000\left(3 - \frac{v}{4} - \frac{z}{8}\right) v \,.\, z \text{ Fußpfunde.}$$

Für Frachtfuhrwerk, bei welchem das Pferd nur im Schritte geht, darf v nicht größer als höchstens 4 Fuß angenommen werden, und es ist für dasselbe die größte Leistung des Pferdes, bei z = 8 Stunden, daher für einen Tag

$$L = 396000\left(3 - \frac{4}{4} - \frac{8}{8}\right) 4 . 8 = 12672000 \text{ Fußpfunde.}$$

Geht das Pferd im Trabe, wie z. B. an leichten Wagen, Diligencen u. s. w., mithin mit einer Geschwindigkeit, die im Mittel nicht über v = 8 Fuß angesetzt werden darf, so geht die Leistung des Pferdes bedeutend herab, indem dasselbe in diesem Falle bekanntlich nur 4 Stunden täglich im Dienste sein kann oder darf, wenn es die unter solchen Umständen größte Leistung gewähren soll, deren täglicher Betrag

$$L_1 = 396000\left(3 - \frac{8}{4} - \frac{4}{8}\right) . 8 . 4 = 6336000 \text{ Fußpfunde ist.}$$

Während der Fortschaffungs-Coëfficient, d. i. das Verhältniß, zwischen der angewendeten Zugkraft und der Bruttolast auf horizontalem Wege, für gewöhnlich gut unterhaltene Chausseen im Durchschnitt zu $\frac{1}{20}$ angenommen zu werden pflegt, kann derselbe für Eisenbahnen im Mittel nicht kleiner, als $\frac{1}{200}$ angeschlagen werden. Bezeichnet man mit W das Gewicht des leeren Wagens, mit Q die Ladung, die derselbe verträgt, in Pfunden, so hat man demnach

auf gewöhnlicher horizontaler Chaussee

für Frachtfuhrwerk im Schritte

$$\frac{W + Q}{20} = 110\left(3 - \frac{4}{4} - \frac{8}{8}\right) = 110 \text{ Zollpfunde,}$$

für Postwagen im Trabe

$$\frac{W + Q}{20} = 110\left(3 - \frac{8}{4} - \frac{4}{8}\right) = 55 \text{ Zollpfunde,}$$

auf horizontaler Eisenbahn

für Frachtfuhrwerk im Schritte $\frac{W + Q}{200} = 110$ Zollpfunde,

für Personenzüge im Trabe

$$\frac{W + Q}{200} = 55 \text{ Zollpfunde.}$$

Bei dem Frachtfuhrwerke kann $W = 0{,}3 \cdot Q$, d. h. das Gewicht des leeren Wagens zu 0,3 der stärksten Ladung, bei Personen- oder Postwagen aber $W = 0{,}6\ Q$ erfahrungsmäßig angenommen werden. Führt man diese Werthe in obigen Ausdrücken ein, so erhält man daraus

	die reine oder Nettoladung	
	auf gewöhnlicher Chaussee	auf Eisenbahnen
für Frachtfuhrwerk im Schritte	$1692^{4}/_{13}$ Pfd.	$16923^{1}/_{13}$ Pfd.
für Personenfuhrwerk im Trabe	687,5 "	6875 "

für beide Fälle daher die 10fache Leistung eines Pferdes auf horizontaler Eisenbahn von derjenigen, welche dasselbe bei gleicher Geschwindigkeit und unter übrigens gleichen Umständen auf gewöhnlicher Chaussee hervorzubringen vermag.

Ganz anders aber gestaltet sich dieses Leistungs-Verhältniß bei Chausseen und Eisenbahnen, die gegen den Horizont geneigt sind, indem bei denselben in beiden Fällen derjenige Theil der Bruttolast sich gleich bleibt, welcher auf die Steigungshöhe gehoben werden muß. Steigt eine Chaussee oder eine Eisenbahn auf die Länge ($= n$) um ($= 1$) an, ist daher das Steigungsverhältniß $= \frac{1}{n}$, so kann für alle in der Praxis vorkommenden Fälle genau genug die Zugkraft eines Pferdes aufwärts für gewöhnliche Chausseen

$$K = \frac{Q + W}{20} + \frac{Q + W}{n} = \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{n}\right)(Q + W)$$

für Eisenbahnen aber

$$K_1 = \frac{Q + W}{200} + \frac{Q + W}{n} = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(Q + W)$$

Pfunde gesetzt werden, und es verhält sich somit die Zugkraft desselben auf einer unter $\frac{1}{n}$ geneigten Eisenbahn zu der auf einer die nämliche Neigung besitzenden Chaussee wie

$$\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right):\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{n}\right) \text{ oder wie}$$

$$1:\frac{20+n}{200+n}\cdot 10$$

daher für gleiche Zugkräfte und gleiche Geschwindigkeiten die Leistung des Pferdes auf der Eisenbahn zu der auf guter Chaussee, wie

$$\frac{20+n}{200+n}\cdot 10:1$$

d. i. ein Pferd vermag auf einer Eisenbahn mit $\frac{1}{n}$ Ansteigen das $\frac{20+n}{200+n}\cdot 10$ fache von demjenigen bergauf zu schaffen, das es auf einer gleich geneigten Chaussee aufwärts unter übrigens gleichen Umständen zu fördern im Stande ist.

Bergaufwärts beträgt daher bei gleicher Kraftanstrengung die Leistung eines Pferdes auf einer Eisenbahn

mit $\frac{1}{n}=\frac{1}{\infty}$ Ansteigen das $\frac{20+\infty}{200+\infty}\cdot 10 = 10$ fache

" $\frac{1}{n}=\frac{1}{400}$ " " $\frac{20+400}{200+400}\cdot 10 = 7$ "

" $\frac{1}{n}=\frac{1}{300}$ " " $\frac{20+300}{200+300}\cdot 10 = 6^2/_5$ "

" $\frac{1}{n}=\frac{1}{200}$ " " $\frac{20+200}{200+200}\cdot 10 = 5^1/_2$ "

" $\frac{1}{n}=\frac{1}{150}$ " " $\frac{20+150}{200+150}\cdot 10 = 4^6/_7$ "

" $\frac{1}{n}=\frac{1}{100}$ " " $\frac{20+100}{200+100}\cdot 10 = 4$ "

" $\frac{1}{n}=\frac{1}{75}$ " " $\frac{20+75}{200+75}\cdot 10 = 3^5/_{11}$ "

" $\frac{1}{n}=\frac{1}{50}$ " " $\frac{20+50}{200+50}\cdot 10 = 2^4/_5$ "

mit $\frac{1}{n} = \frac{1}{40}$ Ansteigen das $\frac{20 + 40}{200 + 40} \cdot 10 = 2\frac{1}{2}$ fache

" $\frac{1}{n} = \frac{1}{30}$ " " $\frac{20 + 30}{200 + 30} \cdot 10 = 2\frac{4}{23}$ "

seiner Leistung auf gutunterhaltenen Chausseen mit dem nämlichen Ansteigen.

Erfolgt der Transport abwärts, dann wirkt allerdings jene relative Last von $\frac{Q + W}{n}$ im Sinne der Bewegung und vermindert die Zugkraft; allein auf diesen Umstand ist wenigstens bei den stärkeren Neigungen gar nicht viel Werth zu legen, einmal, weil weder das Frachtpferd noch das Eilpferd eine größere, als die gewohnte Geschwindigkeit von 4, resp. 8 Fuß anzunehmen vermag, ohne daß seine tägliche Leistung dabei herabgezogen würde, und dann die Einrichtung auf selbstwirkenden geneigten Bahnen, die Pferde in, dem Zuge angehängten Bahnkarren bergab einzustellen und ausruhen zu lassen, den Nachtheil hat, daß diese Karren wieder bergauf zu ziehen sind.

Kann man deshalb, ohne specieller auf diesen Gegenstand einzugehen, vorstehende Verhältnißzahlen in dem Falle, daß die Witterungsverhältnisse ihren für den Transport auf gewöhnlichen Chausseen nachtheiligen Einfluß nicht äußern, als der Wahrheit ziemlich nahe kommende ansehen, so geht daraus offenbar hervor, daß Pferdebahnen für Gebirgsgegenden sich ungleich weniger eignen, als für Ebenen, daß man sie daher eher für diese als für jene mit gutem Rechte empfehlen könnte; und doch ist es noch Niemandem eingefallen, für ebene Terrains, wo für nur einigermaßen lebhaften Verkehr das Bedürfniß nach Eisenbahnen rege ward, Pferdebahnen zu bauen. Hierzu kommt nun noch der zu Gunsten der Dampfbahnen sprechende Umstand, daß auch mit Güterzügen Personen befördert werden können, bei Pferdebahnen aber nicht, da die Güterzüge auf denselben zu langsam gehen, als daß mit Vortheil Personentransport damit sich vereinigen ließe;

daß ferner auf keiner Eisenbahn die jährlich zu befördernden Güter und Personen sich gleichmäßig auf die Betriebstage vertheilen lassen, sondern vielmehr in dieser Beziehung bedeutende Schwankungen vorkommen können, wegen welcher ungleich mehr Betriebsmittel angeschafft werden müssen, mithin beim Pferdebetrieb nach Befinden eine beträchtlich größere Anzahl von Pferden und Knechten als außerdem erforderlich werden können, die zu unterhalten sind, während bei Dampfbahnen eine Reservemaschine, die, so lange sie in der Remise steht, an Kohlen und in der Unterhaltung nichts kostet, die zufällig größeren Transportmassen bewältigen hilft.

Um im Allgemeinen das Verhältniß der Transportkosten auf Eisenbahnen mit Pferdebetrieb zu den auf denselben Bahnen mit Dampfbetrieb sehr annähernd ermitteln zu können, ist vor Allem nöthig, den Umfang der Betriebsmittel, welche für die eine wie für die andere dieser Betriebskräfte auf einer und derselben Bahn erforderlich sind, kennen zu lernen.

Es sind hierbei, namentlich rücksichtlich des Pferdebetriebes, wesentlich zwei Fälle zu behandeln, nämlich die, ob die Bahn auf ihre ganze Erstreckung ein Gefälle von weniger als $\frac{1}{n} = \frac{1}{200}$ oder von mehr als $\frac{1}{n} = \frac{1}{200}$ besitzt, d. i.: ob bei dem Betriebe der Bahn abwärts irgend welche Zugkraft noch stattfindet, oder der Zug, nach Befinden gebremst, von selbst läuft, mithin einer Zugkraft nicht bedarf.

Bezeichnet man allgemein mit L die Länge einer Eisenbahn in geographischen Meilen, deren Ansteigen $= \frac{1}{n}$, der Einfachheit der Rechnung halber, durchweg constant sei, und nimmt man an, daß auf derselben jährlich

bahnaufwärts $\begin{cases} Q \text{ Centner Güter} \\ P \text{ Personen} \end{cases}$

bahnabwärts $\begin{cases} Q_1 \text{ Centner Güter} \\ P_1 \text{ Personen} \end{cases}$

auf die ganze Länge zu befördern sind, nimmt man ferner an, daß das mit Rücksicht auf die verschiedenartige Beschaffenheit der Frachtgüter zu bestimmende durchschnittliche Gewicht der Güterwagen das φ fache von dem der vollen Ladung, das Gewicht eines Personenwagens aber das ψ fache des Gewichtes seiner vollen Besatzung, das durchschnittliche Gewicht eines Passagiers 1,4 Zollcentner beträgt, so hat man, da, wie es sich von selbst versteht, nach jeder Richtung der Bahn jährlich gleich viel Wagen expedirt werden müssen, das Gewicht der Wagen nach dem größeren Werthe von Q und Q_1 bei der Güterfracht und von P und P_1 beim Personenverkehr zu bestimmen, und wenn diese größeren Werthe allgemein mit Q_0 und P_0 bezeichnet werden, das jährlich zu transportirende Bruttogewicht

bei dem Güterverkehr

bahnaufwärts $= Q + \varphi . Q_0$ Centner,

bahnabwärts $= Q_1 + \varphi . Q_0$ Centner;

bei dem Personenverkehr

bahnaufwärts $= 1{,}4\,(P + \psi . P_0)$ Centner,

bahnabwärts $= 1{,}4\,(P_1 + \psi . P_0)$ Centner;

daher die jährliche Zugkraft

beim Gütertransport

bahnaufwärts $= \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(Q + \varphi . Q_0)$ Centner,

bahnabwärts $= \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{2}\right)(Q_1 + \varphi . Q_0)$ Centner;

beim Personentransport

bahnaufwärts $= 1{,}4\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(P + \psi P_0)$ Centner,

bahnabwärts $= 1{,}4\left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right)(P_1 + \psi . P_0)$ Centner;

sowie die jährliche mechanische Arbeit

beim Gütertransport

bahnaufwärts $= \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(Q + \varphi . Q_0)$ L Meilencentner,

bahnabwärts $= \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right) (Q_1 + \varphi\, Q_0)$ L Meilencentner;

beim Personentransport

bahnaufwärts $= 1{,}4 \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) (P + \psi\, P_0)$ L Meilencentner,

bahnabwärts $= 1{,}4 \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right) (P_1 + \psi\, .\, P_0)$ L Meilencentner.

Für den Transport der Güter, wie der Personen bahnabwärts wird, wie leicht zu ersehen, die Zugkraft, daher auch die jährliche mechanische Arbeit = Null bei $\frac{1}{n} = \frac{1}{200}$, d. i. die Wagenzüge bewegen sich in dieser Richtung von selbst; für noch größere Werthe von $\frac{1}{n}$ würden die Züge mit beschleunigter Bewegung der Bahn entlang laufen, sie müssen deshalb, um auch hier eine gleichförmige Bewegung zu erzielen, entsprechend gebremst werden. Ohne bei den folgenden Rechnungen auf alle diejenigen Nebenumstände Rücksicht zu nehmen, die einigen Einfluß auf die Bewegung der Züge äußern, als da sind: der Widerstand der Luft, die Seitenreibung der Räder in Curven u. s. w. mögen, da durch die Nichtbeachtung derselben das gewünschte Resultat einer vergleichsweisen Betrachtung zwischen Pferde- und Dampfförderung wesentlich gar nicht geändert wird, die so eben aufgestellten einfachen Ausdrücke dabei zum Anhalten dienen.

Betriebsmittel für Pferdebetrieb

a) auf Eisenbahnen mit gleichmäßigem Ansteigen von $\frac{1}{n} < \frac{1}{200}$

Für Pferdebetrieb auf Eisenbahnen überhaupt müssen, um wenigstens einen Theil des reisenden Publikums für dieselbe zu gewinnen, besondere Güter- und besondere Personenzüge eingerichtet werden. Von diesen dürfen die Güterzüge, wenn sie nicht zu lange unterwegs sein sollen, mit nicht unter 4 Fuß Ge-

schwindigkeit (0,5505 geographische Meilen in der Stunde) befördert werden, wohingegen für Personenzüge die Geschwindigkeit des Trabes von 8 Fuß (1,101 geograph. Meilen in der Stunde) als die kleinste anzusehen ist.

Die Zugkraft eines Pferdes von mittlerer Stärke beträgt aber bei 4 Fuß Geschwindigkeit 110 Zollpfunde oder 1,1 Zollcentner und kann solche von demselben während 8 Stunden im Tage ausgeübt werden. Die mechanische Arbeit eines solchen Pferdes ergibt sich somit unter diesen Umständen zu $110.4.8.60.60 = 12672000$ Fußpfunden täglich oder, da eine geographische Meile 26157 sächs. Fuß mißt, $= 4{,}8445$ Meilencentner*).

Dasselbe Pferd im Trabe (mit 8 Fuß Geschwindigkeit) vermag ferner nur 55 Zollpfunde Zugkraft mit 8 Fuß Geschwindigkeit während der Zeit von nur 4 Stunden täglich zu leisten, mithin täglich eine mechanische Arbeit von $55.4.8.60.60 = 6336000$ Fußpfunden $= 2{,}42225$ Meilencentnern zu liefern; überhaupt ist es im Stande, nach Mascheck eine Zugkraft von

$$k = 1{,}1 \left(3 - \frac{v}{4} - \frac{z}{8}\right) \text{ Zollpfunden}$$

auszuüben; wenn es während z Stunden täglich mit der Geschwindigkeit v thätig ist.

Beim Gütertransport, für welchen die Geschwindigkeit 4 Fuß und die Zugkraft 1,1 Centner ist, kann daher auf einer mit $\frac{1}{n}$ ansteigenden Eisenbahn 1 Pferd eine Bruttolast von $\frac{1{,}1}{\frac{1}{200} + \frac{1}{n}}$ Centner bahnaufwärts ziehen, von welcher $\frac{1{,}1}{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(1+\varphi)}$ Ctr.

*) Diese Bezeichnung der Einheit der mechanischen Arbeit ist nicht mit dem Begriffe „einen Centner eine Meile weit transportirt" zu verwechseln.

auf die Ladung (reine Last) und $\frac{1{,}1 \cdot \varphi}{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\varphi)}$ Centner auf das Wagengewicht zu rechnen sind.

Nun beträgt die durchschnittlich tägliche größere Güterlast, bei Annahme von 300 Arbeitstagen im Jahre, $= \frac{Q_0}{300}$ Centner; deshalb sind in der Richtung, nach welcher diese Güter zu gehen haben, täglich $\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\varphi)\frac{Q_0}{1{,}1.300} = \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\varphi)\frac{Q_0}{330}$ vollbeladene Wagen zu expediren. Ebenso viel Wagen müssen natürlich auch nach der entgegengesetzten Richtung abgehen, obschon für solche die tägliche Gütermasse nur Q oder $Q_1 < Q_0$ ist.

Täglich sind demnach mindestens $2\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\varphi)\frac{Q_0}{330}$ Wagen auf der Bahn in Bewegung.

Wenn nun noch ebenso viel Wagen erforderlich sind, um an jedem Endstationspunkte noch vor Ankunft der nächsten Rückzüge neue Ladungen ausführen zu können, auch mindestens noch 10 Procent Reserve, wegen Reparaturen und sonst, gerechnet werden müssen, so sind für den Dienst der Bahn überhaupt

1) $N = 1{,}1.2.2\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\varphi)\frac{Q_0}{330} = \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\varphi)\frac{Q_0}{75}$ Güterwagen nöthig.

Die durchschnittlich tägliche gesammte Zugkraft beträgt

2) bahnaufwärts $= \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)\frac{Q+\varphi Q_0}{300}$ Centner,

3) bahnabwärts $= \left(\frac{1}{200}-\frac{1}{n}\right)\frac{Q_1+\varphi Q_0}{300}$ Centner,

Soll der Voraussetzung gemäß die größere hiervon, welche für jeden gegebenen speciellen Fall aus den Werthen $\frac{1}{n}$, Q und Q_1 sich ergibt und $= K$ heißen mag, mit 4 Fuß Geschwindigkeit stattfinden, so werden nach der Richtung, in welcher K zu leisten ist, $\frac{K}{1{,}1}$ einspännige Züge täglich abgehen.

Ist es nun jedenfalls vortheilhaft, den Betrieb der Bahn mit Pferden so einzurichten, daß jedes Pferd täglich nur eine und dieselbe Station hin und wieder zurückzulegen hat, weil auf diese Weise allen im Bahndienste stehenden Pferden gleich viel zugemuthet und nebenbei der Vortheil erreicht wird, daß jedes Pferd immer in einem und demselben Stall übernachten kann, so werden, wenn eine dergleichen Stationslänge mit l (geographische Meilen) bezeichnet wird, für jede solche Station der Bahn täglich $\frac{K}{1,1}$, mithin auf $m = \frac{L}{l}$ Stationen der Bahn überhaupt $M = \frac{L}{l} \cdot \frac{K}{1,1}$ Pferde activ sein.

Auf Unfälle, Krankheiten und sonstige den Betrieb hindernde Umstände, sowie zu Bewältigung zufällig größerer, als der durchschnittlich täglichen Gütermassen sind Reservepferde zu rechnen, deren Anzahl man füglich nicht unter 20 Procent der activen Anzahl Pferde anschlagen darf.

Es erfordert somit der Betrieb der Bahn überhaupt

4) $$M_1 = \frac{1,2}{1,1} \frac{L}{l} \cdot K = \text{rund } 1,1 \cdot \frac{L}{l} \cdot K \text{ . Pferde.}$$

Nur wenn die Zugkräfte und Geschwindigkeiten nach beiden Richtungen der Station einander gleich sind, wird das Pferd täglich 8 Stunden thätig sein können; für die Geschwindigkeit von 4 Fuß in der einen und von $v > 4$ Fuß nach der anderen Richtung aber nicht, weil mit zunehmender Geschwindigkeit die Zugkraft, sowie die tägliche Arbeitszeit des Pferdes abnimmt, so zwar, daß wenn die den Geschwindigkeiten 4 und v zugehörigen tägliche Arbeitszeiten mit z und z_1 bezeichnet werden, $4 : v = z_1 : z$ sich verhält.

Es ist daher $z_1 = \frac{4}{v} \cdot z$. und wenn das Pferd auf seiner Station überhaupt auf die Zeit von $z + z_1 = \left(1 + \frac{4}{v}\right) z$ Stunden täglich im Dienst ist, nämlich z Stunden in der Richtung, in welcher es 1,1 Centner Kraft mit 4 Fuß Geschwindigkeit ausübt,

und $z_1 = \frac{4}{v}\, z$ Stunden in der anderen Richtung, in welcher es nur $1{,}1\left(3 - \frac{v}{4} - \frac{z_1}{8}\,2\right) = 1{,}1\left(3 - \frac{v}{4} - \frac{z}{v}\right)$ Centner mit v Fuß Geschwindigkeit leistet.

Nun ist aber offenbar $z = 4$ Stunden zu setzen, mithin wird die Länge einer Station für den Pferdewechsel, d. i.

$$l = \frac{4.4.3600}{26157} = 2{,}202 \text{ Meilen erhalten.}$$

Deshalb ergibt sich

$$5) \qquad M_1 = 1{,}1 \cdot \frac{L}{2{,}202} \cdot K = 0{,}5 \cdot L \cdot K \text{ Pferde.}$$

Die tägliche Leistung eines Pferdes auf seiner Station besteht, dem Vorstehenden gemäß, in

$$\left[\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)\frac{Q + \varphi Q_0}{300} + \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right)\frac{Q_1 + \varphi Q_0}{300}\right]\frac{1{,}1}{K} \cdot l$$

Meilencentnern oder, wenn man der Kürze halber

$$6) \quad L = \left[\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)\frac{Q + \varphi Q_0}{300} + \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right)\frac{Q_1 + \varphi Q_0}{300}.\right]\frac{1}{K}$$

setzt, in $= 1{,}1 \,.\, l \,.\, L$ Meilencentnern.

Sie ist aber auch

$$= \left[1{,}1\left(3 - \frac{v}{4} - \frac{4}{v}\right) v \,.\, \frac{4}{v}\, 4 + 1{,}1.4.4\right]\frac{3600}{26157}$$

$$= \left(4 - \frac{v}{4} - \frac{4}{v}\right).\, 1{,}1.4.4.\frac{3600}{26157} \text{ Meilencentner,}$$

folglich: $1{,}1 \,.\, 2{,}202 \,.\, L = 1{,}1.4.4.\frac{3600}{26157}\left(4 - \frac{v}{4} - \frac{4}{v}\right)$ d. i.

$$L = 4 - \frac{v}{4} - \frac{4}{v}, \text{ woraus sich}$$

$$7) \qquad v = 2\,(4 - L) + \sqrt{4\,(4 - L)^2 - 16}$$

$$= 2\,(4 - L) + 2\sqrt{(4 - L)^2 - 4} \text{ Fuß ergibt.}$$

Es ist daher die Zeit, während welcher ein Pferd auf seiner Station täglich activ ist,

$$8) \quad z + z_1 = 4\,\frac{4 + v}{v} = 4\left[\frac{6 - L + \sqrt{(4 - L)^2 - 4}}{4 - L + \sqrt{(4 - L)^2 - 4}}\right] \text{Stunden.}$$

Für den Personentransport auf der nämlichen Bahn mit dem jährlichen Personenverkehr von P bahnaufwärts und von P_1 bahnabwärts ergibt sich, da hier 365 Arbeitstage angenommen werden müssen, die durchschnittlich tägliche größere Personenlast $= 1{,}4\,\frac{P_0}{365}$ Centnern und, da ein Pferd mit 8 Fuß Geschwindigkeit bahnaufwärts die Bruttolast von $\frac{0{,}55}{\frac{1}{200}+\frac{1}{n}}$ Centner, von welcher $\frac{0{,}55}{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\psi)}$ Centner auf die Personen, $\frac{0{,}55\,.\,\psi}{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\psi)}$ Centner auf den Wagen kommen, bewältigen kann, die täglich nach der frequenteren Richtung zu expedirenden vollbesetzten Wagen

$$= \frac{1{,}4}{0{,}55\,.\,365}\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\psi)\,P_0 = \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\psi)\,\frac{P_0}{143{,}4}$$

Da ebenso viel Wagen, zum Theil unbesetzt, in der entgegengesetzten Richtung abzugehen haben, und auf eine Reservezahl nach 20 Proc. Bedacht zu nehmen ist, so sind für den Personenverkehr auf der Bahn

9) $N_1 = 1{,}2\,.\,2\,.\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\psi)\,\frac{P_0}{143{,}4} = \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\psi)\,\frac{P_0}{59{,}74}$

Wagen erforderlich, wofür $= \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\psi)\,\frac{P_0}{60}$ gesetzt werden mag.

Die durchschnittlich tägliche gesammte Zugkraft beträgt

10) bahnaufwärts $= 1{,}4\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)\frac{P+\psi\,P_0}{365}$ Centner,

11) bahnabwärts $= 1{,}4\left(\frac{1}{200}-\frac{1}{n}\right)\frac{P_1+\psi\,.\,P_0}{365}$ Centner,

Wenn hiervon, wie beim Gütertransport, die größere, K_1 genannt, die Geschwindigkeit von 8 Fuß haben soll, so werden

in der betreffenden Richtung täglich $\frac{K_1}{0{,}55}$ einspännige Züge in Bewegung sein.

Wird nun auch für den Personenverkehr die Einrichtung so getroffen, daß jedes Pferd die ihm angewiesene Station täglich hin und zurück durchläuft, und eine solche Station, wie beim Gütertransport $= l = 2{,}202$ Meilen lang gemacht, so bedarf der Betrieb der Bahn für den Personenverkehr täglich

$$M_2 = \frac{L}{l} \cdot \frac{K_1}{0{,}55} = \frac{L \cdot K_1}{1{,}2111} \text{ active Pferde.}$$

Da ein solches Eilpferd wöchentlich wenigstens einen Ruhetag braucht, und auch hier mindestens 20 Proc. Reservepferde erforderlich sind, so ergibt sich die für den Dienst der Bahn zu unterhaltende Anzahl von Eilpferden zu überhaupt

12) $$M_3 = 1{,}2 \cdot \frac{7}{6} \cdot \frac{L \cdot K_1}{1{,}2111} = 1{,}156 \cdot L \cdot K_1$$

Uebrigens ergibt sich für den Personenverkehr noch, wenn

13) $$L_1 = \left[\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(P + \psi P_0) + \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right)(P_1 + \psi P_0)\right] \cdot \frac{1{,}4}{365 \cdot K_1}$$

gesetzt wird, die Geschwindigkeit der Züge in derjenigen Richtung, in welcher die Zugkraft von nur $1{,}1\left(3 - \frac{v_1}{4} - \frac{4}{v_1}\right) < 0{,}55$ Ctr. stattfindet, zu

14) $$v_1 = 7 - L_1 + \sqrt{(7 - L_1)^2 - 16} \text{ Fuß}$$

und die Zeit, während welcher ein Eilpferd täglich im Dienste der Bahn zu stehen hat,

15) $$z_2 + z_3 = z \cdot \frac{8 + v_1}{v_1} = 2 \cdot \frac{15 - L_1 + \sqrt{(7 - L_1)^2 - 16}}{7 - L_1 + \sqrt{(7 - L_1)^2 - 16}} \text{ Stunden.}$$

b) auf Eisenbahnen, mit gleichmäßigem Ansteigen von $\frac{1}{n} > \frac{1}{200}$

Für diesen Fall, in welchem sowohl das Frachtpferd, als Eilpferd bahnabwärts lastleer geht, mithin die größte Geschwindigkeit annehmen kann, müssen die Stationen zum Wechseln der

Pferde ebenfalls gemeinschaftlich sein. Es kommt daher darauf an, zunächst die Länge einer solchen Station zu bestimmen.

Die Geschwindigkeit, mit welcher sich das Pferd bahnaufwärts (in der Richtung, in welcher überhaupt Zugkraft stattfindet) zu bewegen hat, darf aus den unter a angeführten Gründen beim Güterverkehr nicht unter 4 Fuß, beim Personenverkehr aber nicht unter 8 Fuß betragen.

Unter dieser Voraussetzung und bei der Annahme, daß die von jedem Pferde hin und her zu durchlaufende Station = 1 geograph. Meilen lang ist, hat man für das Fracht- wie Eilpferd

$$\text{bahnabwärts } 3 - \frac{v}{4} - \frac{4}{v} = 0.$$

Hieraus ergibt sich die in dieser Richtung stattfindende Geschwindigkeit der Züge und der Pferde zu

$$v = 6 + \sqrt{20} = 10{,}472 \text{ Fuß}.$$

Das Pferd wird, indem es mit dieser Geschwindigkeit die Stationslänge bahnabwärts lastleer durchläuft, ebenso ermüden, als bahnaufwärts auf die nämliche Länge bei der Geschwindigkeit von 4 resp. 8 Fuß und der Zugkraft von 1,1 resp. 0,55 Centnern. Deshalb ist die Zeit, die es überhaupt täglich activ sein könnte, beim Gütertransport nur $z + z_1 = \left(1 + \frac{4}{v}\right) 4 = 5{,}527$ Stunden

beim Personenverkehr nur $z_2 + z_3 = \left(1 + \frac{8}{v}\right) . 2 = 3{,}527$ Stunden

daher die Stationslänge

$$l = \frac{4 . 4 . 3600}{26157} = \frac{2 . 8 . 3600}{26157} = 2{,}202 \text{ Meilen},$$

also ebenso groß, wie in jenem unter a behandelten Fall.

Um dem Pferde eine größere Leistung abzugewinnen, dürfte es deshalb zweckmäßig sein, für reine Gebirgsbahnen, welche hier bei $\frac{1}{n} > \frac{1}{200}$ gegeben sind, von der Einrichtung, das Pferd bahnabwärts in eine Karre einzustellen, Gebrauch zu machen. Man darf aber hierbei nicht erwarten, daß dasselbe für den Güter-

verkehr 8 Stunden, für den Personenverkehr aber 4 Stunden täglich im Zuge sein kann, weil es während der Zeit, in welcher es bahnabwärts in der Karre steht, nicht in der Maaße ausruhen wird, als in einem Stalle. Setzt man deshalb, um diesem Umstande soviel möglich Rechnung zu tragen, die Zeit, während welcher das Pferd täglich im Zuge geht,

$\frac{7}{8} . 8 = 7$ Stunden beim Güterverkehr,

$\frac{7}{8} . 4 = 3\frac{1}{2}$ " " Personenverkehr fest,

so wird bei diesem, wie bei jenem ein Pferd seine Station hin- und zurücklegen können, wenn die Länge dieser Station

16) $l_1 = 7 . 4 . 3600 = 100800$ Fuß $= 3{,}854$ Meilen

beträgt und die Zugkraft von 1,1 resp. 0,55 Centnern bei den Geschwindigkeiten von 4 resp. 8 Fuß nicht überschritten wird.

Bezeichnet man das Gewicht eines Pferdes in Centnern mit p, das seiner Karre mit p_1, so ist für den Gütertransport die bahnaufwärts von einem Pferde zu ziehende Ladung, wenn hier wegen der stärkeren Bahnneigung zugleich das Gewicht des Pferdes mit berücksichtigt wird,

17) $$q = \frac{1{,}1 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) p_1 - \frac{1}{n} \cdot p}{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(1 + \varphi)}$$ Centner und

das Gewicht des leeren Wagens

18) $$\varphi q = \frac{\varphi}{1 + \varphi} \cdot \frac{1{,}1 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) \cdot p_1 - \frac{1}{n} p}{\frac{1}{200} + \frac{1}{n}}$$ Ctr., daher

das Bruttogewicht eines bahnaufwärts gehenden einspännigen vollbeladenen Zuges

19) $$(1 + \varphi) q = \frac{1{,}1 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) \cdot p_1 - \frac{p}{n}}{\frac{1}{200} + \frac{1}{n}}$$ Centner.

Zur Bewältigung der durchschnittlich täglichen größeren Gütermasse $\frac{Q_0}{300}$ Centner sind demnach pro Tag

$$\frac{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\varphi)}{1{,}1-\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)p_1-\frac{1}{n}p}\cdot\frac{Q_0}{300}$$ vollbeladene Wagen zu dirigiren.

Da ebenso viel Wagen nach der anderen Richtung, in welcher Q oder $Q_1 < Q_0$ zu fördern sind, abgehen müssen, so sind mit Hinzurechnung von Wechsel- und Reserve-Wagen zum Betrieb der Bahn

$$20)\quad N_2 = 4{,}4\cdot\frac{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\varphi)}{1{,}1-\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)\cdot p_1-\frac{p}{n}}\cdot\frac{Q_0}{300}$$

$$=\frac{11}{750}\cdot\frac{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(1+\varphi)}{1{,}1-\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)\cdot p_1-\frac{p}{n}}\cdot Q_0$$

Wagen erforderlich.

Das durchschnittlich tägliche gesammte Bruttogewicht für Q Centner bahnaufwärts zu schaffender Güter beträgt ferner, wenn die hierzu für jede Pferdestation erforderlichen Pferde einstweilen mit m bezeichnet werden,

$$=\frac{Q+\varphi Q_0}{300}+m(p+p_1)\ \text{Centner}$$

und da ein Pferd mit 4 Fuß Geschwindigkeit und 1,1 Centner Zugkraft davon nur

$$\frac{1{,}1-\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)\cdot p_1-\frac{p}{n}}{\frac{1}{200}+\frac{1}{n}}\ \text{Centner}$$

zu bewältigen vermag, so sind für jede Pferdewechsel-Station der Bahn überhaupt

$$m=\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)\cdot\frac{\frac{Q+\varphi Q_0}{300}+m\cdot(p+p_1)}{1{,}1-\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)\cdot p_1-\frac{p}{n}}\ \text{active Pferde}$$

nöthig.

Es ergibt sich aus diesem Ausdrucke:

$$m = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(Q + \varphi . Q_0)}{300\left[1{,}1 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(2p_1 + p) - \frac{p}{n}\right]}$$

weshalb auf die ganze Bahn von der Länge = L.

$$21)\quad M_4 = \frac{L}{l_1} . m = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(Q + \varphi Q_0) L}{1156{,}2\left[1{,}1 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(2p_1 + p) - \frac{p}{n}\right]}$$

active, oder, bei 20% Reserve-Zuschlag

$$22)\quad M_5 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(Q + \varphi Q_0) L}{963{,}5\left[1{,}1 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(2p_1 + p) - \frac{p}{n}\right]}$$

Pferde überhaupt erforderlich sind.

Ebensoviel Karren sind zum Fördern der im Dienste der Bahn befindlichen Pferde bahnabwärts anzuschaffen und zu unterhalten.

Für den Personentransport ergibt sich die von einem Pferde bahnaufwärts mit 8 Fuß Geschwindigkeit zu schaffende reine Personenlast zu

$$q_1 = \frac{0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) . p_1 - \frac{p}{n}}{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(1 + \psi)} \text{ Centner oder}$$

$$= \frac{0.55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) . p_1 - \frac{p}{n}}{1{,}4\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(1 + \psi)} \text{ Personen}$$

von dem durchschnittlichen Gewichte 1,4 Centnern, ferner das Gewicht des Personenwagens zu

$$q_2 = \psi q_1 = \frac{\psi}{1 + \psi} . \frac{0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) . p_1 - \frac{p}{n}}{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)} \text{ Centner,}$$

endlich das Bruttogewicht.

$$q_1 + q_2 = \frac{0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) \cdot p_1 - \frac{p}{n}}{\frac{1}{200} + \frac{1}{n}} \text{ Centner.}$$

Die durchschnittlich tägliche größere Personenzahl von $\frac{P_0}{365}$ erfordert demnach

$$\frac{1{,}4}{365} \cdot \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(1 + \psi)}{0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) \cdot p_1 - \frac{p}{n}} \cdot P_0 \text{ Wagen,}$$

daher der Bahnbetrieb überhaupt, einschließlich 20% Reserve

$$23) \quad N_3 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(1 + \psi)}{0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) \cdot p_1 - \frac{p}{n}} \cdot \frac{P_0}{108{,}6} \text{ Personenwagen.}$$

Das durchschnittlich täglich bahnaufwärts zu bewegende Bruttogewicht beträgt bei Anwendung von m_1 Pferden

$$= 1{,}4 \, \frac{P + \psi P_0}{365} + m_1 (p + p_1) \text{ Centner,}$$

mithin ist die in dieser Richtung benöthigte Anzahl von Pferden

$$m_1 = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) \cdot \frac{1{,}4 \, \frac{P + \psi P_0}{365} + m_1 (p + p_1)}{0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(2 p_1 + p) - \frac{p}{n}}, \text{ d. i.}$$

$$m_1 = \frac{1{,}4}{365} \cdot \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(P + \psi P_0)}{0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(2 p_1 + p) - \frac{p}{n}}.$$

Es sind somit für den Personenverkehr auf der Bahn überhaupt

$$24) \quad M_6 = 1{,}2 \cdot \frac{7}{6} \cdot \frac{L}{l_1} m_1 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(P + \psi P_0) \cdot L}{718 \left[0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(2 p_1 + p) - \frac{p}{n}\right]}$$

Pferde nöthig, ingleichen ebensoviel Karren zur Bahnabwärtsförderung der Pferde bei 20% Reserve.

Beispiel.

Auf einer Eisenbahn von der Länge $L = 3{,}4$ Meilen und dem gleichmäßigen Ansteigen von $\frac{1}{n} = \frac{1}{130}$ sollen jährlich bahnaufwärts $Q = 1650000$ Centner Güter und $P = 80000$ Personen, dagegen bahnabwärts $Q_1 = 150000$ Centner Güter und $P_1 = 100000$ Personen befördert werden. Wie viel Wagen und Pferde sind hierzu erforderlich, wenn der Betrieb durch Pferde erfolgt? Und in welchem Verhältnisse stehen diese Betriebsmittel zu denjenigen, welche für die nämlichen, aber in entgegengesetzten Richtungen, stattfindenden oder für nach beiden Richtungen gleiche Verkehrsverhältnisse auf derselben Bahn mit dem nämlichen Ansteigen oder wenn sie horizontal ist, sich ergeben?

Es sind zur Ermittelung dieser Verhältnisse überhaupt fünf Aufgaben zu lösen, nämlich

drei für die ansteigende und
zwei für die horizontale Bahn.

Für die ansteigende Bahn hat man

Erstens, wenn bahnaufwärts $Q = 1650000$ Ctr. Güter und $P = 80000$ Personen, bahnabwärts aber $Q_1 = 150000$ Ctr. Güter und $P_1 = 100000$ Personen geschafft werden sollen, zunächst $Q_0 = 1650000$ Ctr., $P_0 = 100000$ Personen, und wenn man das Gewicht eines Pferdes zu $p = 5{,}5$ Ctr., das seiner Karre p_1 ebenso hoch annimmt, und $\varphi = 1/2$, $\psi = 1\,1/2$ setzt, dann die von einem Pferde bahnaufwärts zu schaffende reine Last

bei Gütern mit 4 Fuß Geschwindigkeit

$$= \frac{1{,}1 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right).5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}}{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left(1 + \frac{1}{2}\right)} = 51{,}9 \text{ Centner},$$

beim Personenverkehr mit 8 Fuß Geschwindigkeit

$$= \frac{0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right).5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}}{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left(1 + 1\frac{1}{2}\right)} = 13{,}8 \text{ Centner} = 10 \text{ Personen}.$$

Ferner sind

$$N_2 = \frac{11}{750} \cdot \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left(1 + \frac{1}{2}\right) 1650000}{1{,}1 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \cdot 5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}} = 467$$ Güterwagen à Wagen = 25,9 Centner Eigengewicht,

$$N_3 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left(1 + 1\frac{1}{2}\right) \cdot 100000}{\left[0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \cdot 5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}\right] 108{,}6} = 67$$ Personenwagen von je 20,7 Centner Gewicht,

$$M_5 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left(1650000 + \frac{1}{2} \cdot 1650000\right) 3{,}4}{963{,}5 \left[1{,}1 - 3\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) 5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}\right]} = 131$$

Frachtpferde,

$M_5 = 131$ Frachtpferde-Karren,

$$M_6 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)(80000 + {}^3/_2 \cdot 100000)\, 3{,}4}{718 \left[0{,}55 - 3\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \cdot 5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}\right]} = 46$$ Eilpferde,

$M_6 = 46$ Eilpferdekarren erforderlich.

Zweitens. Fänden die nämlichen Verkehrsverhältnisse auf der mit $\frac{1}{130}$ ansteigenden Eisenbahn in entgegengesetzten Richtungen statt, wäre also $Q = 150000$ Centner, $Q_1 = 1650000$ Ctr., $P = 100000$ und $P_1 = 80000$ Personen, folglich wieder $Q_0 = 1650000$ und $P_0 = 100000$; so würden erforderlich sein:

$N_2 = 467$ Güterwagen
$N_3 = 67$ Personenwagen } (wie vorhin)

$$M_5 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left(150000 + \frac{1}{2} \cdot 1650000\right) 3{,}4}{963{,}5 \left[1{,}1 - 3\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \cdot 5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}\right]} = 52$$

Frachtpferde und ebensoviel Frachtpferde-Karren, endlich

$$M_6 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \cdot \left(100000 + \frac{3}{2} \cdot 100000\right) \cdot 3{,}4}{718\left[0{,}55 - 3\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \cdot 5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}\right]} = 50$$ Eilpferde und ebensoviel Karren zum Einstellen der Eilpferde in fallender Richtung der Bahn.

Drittens. Wären die Verkehrsverhältnisse für den nämlichen Gesammtverkehr nach beiden Bahnrichtungen sich völlig gleich, daher

$$Q = Q_1 = Q_0 = \frac{1650000 + 150000}{2} = 900000$$

Centner und

$$P = P_1 = P_0 = \frac{80000 + 100000}{2} = 90000$$ Personen, so würden für dieselben gebraucht werden:

$$N_2 = \frac{11}{750} \cdot \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left(1 + \frac{1}{2}\right)}{1{,}1 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) 5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}} 900000 = 254$$

Güterwagen,

$$N_3 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left(1 + 1\frac{1}{2}\right) 90000}{\left[0{,}55 - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) 5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}\right] 108{,}6} = 60$$ Personenwagen,

$$M_5 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) 1\frac{1}{2} \cdot 900000 \cdot 3{,}4}{963{,}5\left[1{,}1 - 3\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) 5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}\right]} = 71$$ Frachtpferde,

$$M_6 = \frac{\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left(1 + 1\frac{1}{2}\right) 90000 \cdot 3{,}4}{718 \cdot \left[0{,}55 - 3\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \cdot 5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}\right]} = 46$$ Eilpferde und überhaupt $71 + 46 = 117$ Stück Karren zur Förderung der Pferde bahnabwärts.

Für die horizontale Bahn von ebenfalls 3,4 Meilen Länge, für welche daher $\frac{1}{n} =$ Null ist, würde man haben:

Viertens, wenn in der einen Richtung $Q = 1650000$ Centner Güter und $P = 80000$ Personen, in der anderen Richtung dagegen $Q_1 = 150000$ Centner Güter und $P_1 = 100000$ Personen jährlich verkehrten, mithin $Q_0 = 1650000$ und $P_0 = 100000$ wäre,

die von einem Pferde zu bewegende reine Last

beim Güterverkehr $= \frac{1{,}1.200}{1+\frac{1}{2}} = 146\frac{2}{3}$ Centner,

beim Personenverkehr $= \frac{0{,}55.200}{1+1\frac{1}{2}} = 44$ Ctr. $= 31$ Personen,

ferner

$$N = \frac{1}{200}\left(1+\frac{1}{2}\right)\frac{1650000}{75} = 165 \text{ Güterwagen},$$

$$N_1 = \frac{1}{200}\left(1+1\frac{1}{2}\right)\frac{100000}{60} = 21 \text{ Personenwagen},$$

ferner, weil die durchschnittlich tägliche gesammte Zugkraft in der frequenteren Verkehrsrichtung der Bahn

$$= \frac{1}{200}\cdot\frac{1650000+\frac{1}{2}.1650000}{300} = 41{,}25,$$

in der anderen aber

$$= \frac{1}{200}\cdot\frac{150000+\frac{1}{2}.1650000}{300} = 16{,}25 \text{ Centner}$$

beträgt, mithin

$$K = 41{,}25 \text{ ist},$$

$$M_1 = 0{,}5.3{,}4.41{,}25 = 70 \text{ Frachtpferde},$$

endlich, da beim Personenverkehr die durchschnittlich tägliche Gesammtzugkraft nach der einen Richtung zu

$$1{,}4.\frac{1}{200}\cdot\frac{80000+1\frac{1}{2}.100000}{365} = 4{,}411$$

nach der anderen zu

$$1{,}4 \cdot \frac{1}{200} \cdot \frac{100000 + 1\frac{1}{2} \cdot 100000}{365} = 4{,}7945 \text{ Centner}$$

sich ergiebt, folglich

$$K_1 = 4{,}7945 \text{ ist,}$$

$$M_3 = 1{,}156 \cdot 3{,}4 \cdot 4{,}7945 = 19 \text{ Eilpferde.}$$

Fünftens, für in beiden Richtungen gleiche Verkehrsverhältnisse, d. i. $Q = Q_1 = Q_0 = 900000$ Centner Güter und $P = P_1 = P_0 = 90000$ Personen.

$$N = \frac{1}{200} \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right) \frac{900000}{75} = 90 \text{ Güterwagen,}$$

$$N_1 = \frac{1}{200} \cdot \left(1 + 1\frac{1}{2}\right) \frac{90000}{60} = 19 \text{ Personenwagen,}$$

und weil für den Güterverkehr $K = \frac{1\frac{1}{2} \cdot 900000}{200 \cdot 300} = 22{,}5$ Centner

und für den Personenverkehr $K_1 = 1{,}4 \cdot \frac{1}{200} \cdot \frac{\left(1 + 1\frac{1}{2}\right) 90000}{365}$ = 4,3151 Centner erhalten wird,

$$M_1 = 0{,}5 \cdot 3{,}4 \cdot 22{,}5 = 38 \text{ Frachtpferde und}$$

$$M_3 = 1{,}156 \cdot 3{,}4 \cdot 4{,}3151 = 17 \text{ Eilpferde.}$$

Das Gewicht der leeren Wagen beträgt in beiden Fällen

$73\frac{1}{3}$ Centner für die Güter,

66 Centner für die Personen,

das nach Befinden auf je 2 Wagen vertheilt werden kann, so daß dann die doppelte Anzahl von Wagen erhalten würde.

Stellt man diese für das angenommene Beispiel gefundenen wesentlichen Betriebsbedürfnisse gegeneinander auf, so erhält man: für die auf einer 3,4 Meilen langen Pferdeeisenbahn jährlich zu bewältigenden Massen an überhaupt 1800000 Centner Gütern und 180000 Personen

	an Pferden	an Transportwagen in		an Pferdekarren in		Daher mehr an		
	Stück	Stück	Centnern	Stück	Centnern	Pferden	Transportwagen in Centnern.	Pferdekarren in Centnern.
I. wenn die Bahn horizontal und								
1) gleiche Verkehrsverhältnisse stattfinden, d. i. $Q = Q_1 = Q_0 = 900000$ Ctr. und $P = P_1 = P_0 = 90000$ Personen ist								
beim Gütertransport	38	90	6590	—	—	—	—	—
" Personenverkehr	17	19	1254	—	—	—	—	—
2) für 1650000 Ctr. Güter und 80000 Personen in der einen und 150000 Ctr. Güter u. 100000 Personen in der anderen Richtung								
beim Gütertransport	70	165	12100	—	—	32	11510	—
" Personenverkehr	19	21	1386	—	—	2	132	—
II. wenn die Bahn $\frac{1}{130}$ Ansteigen besitzt und								
3) nach beiden Richtungen gleich viel Güter und Personen zu befördern sind,								
zum Gütertransport	71	254	6580	71	390,5	33	—	390,5
" Personenverkehr	46	60	1250	46	253	29	—	253
4) 150000 Ctr. Güter und 100000 Personen bahnaufwärts und 1650000 Ctr. Güter und 800000 Personen bahnabwärts gehen,								
beim Gütertransport	52	467	12095	52	286	14	5505	286
" Personentransport	50	67	1387	50	275	33	133	275
5) 1650000 Ctr. Güter und 80000 Personen bahnaufwärts, 150000 Ctr. Güter und 100000 Personen bahnabwärts zu schaffen sind,								
beim Güterverkehr	131	467	12095	131	$720\frac{1}{2}$	93	5505	720,5
" Personenverkehr	46	67	1387	46	253	29	133	253

Man ersieht hieraus, daß diejenige Bahn, welche horizontal ist und auf welcher nach beiden Richtungen ganz gleiche Verkehre statt finden, die allerwenigsten Betriebsgegenstände erfordert, mithin unter übrigens gleichen Umständen die rentableste Bahn sein muß; daß Bahnen mit einem größeren als $\frac{1}{200}$ Ansteigen an dergleichen Gegenständen, namentlich an Pferden um so mehr beanspruchen, je größer das Verhältniß des bahnaufwärts gerichteten Verkehrs zu dem bahnabwärts stattfindenden sich ergibt. Und dieser Umstand ist es, wie beiläufig bemerkt wird, welcher auf die Rentabilität einer Bahn, gleich viel ob sie mit Pferden oder Dampf betrieben wird, nicht unwesentlichen Einfluß hat und das Verhältniß der gesammten Ausgaben zur Bruttoeinnahme mehr oder weniger günstig gestaltet.

Betriebsmittel für Locomotiven-Betrieb.

Nach Versuchen auf der Würtemberg'schen Staatsbahn zwischen Geißlingen und Ulm, wo man sich fast nur Maschinen der jetzt stärksten Art (solcher von 34 Tonnen Gewicht mit 6 gekuppelten 4 englische Fuß hohen Rädern) bedient, zog eine solche Maschine auf der $^3/_4$ Meilen langen Strecke mit $\frac{1}{45}$ Ansteigen bei eben nicht sehr günstiger Witterung $5^1/_2$ achträderige Wagen von 110 Tonnen Bruttogewicht und brauchte auf die Strecke Geißlingen-Ulm pro Zug und Meile bis 200 Pfunde Koaks bei etwas mehr als 3 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde.

Der Fortschaffungscoefficient, d. i. diejenige Zahl, welche mit dem Gewichte der Locomotive multiplicirt, die reine Zugkraft am Umfange der Treibräder derselben gibt, ist daher, wenn dem Bruttogewichte von 110 Tonnen noch 10 Tonnen für den Tender zugerechnet werden, $= \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{45}\right) \frac{110 + 10 + 34}{34} = 0{,}123.$ Meist größer wird dieser Coefficient erhalten aus den für beträchtliche Steigungen von Kirchweger angestellten Berechnungen,

so wie aus den Resultaten der Versuche, welche mit der Preis-Locomotive Bavaria auf der Strecke zwischen Boyerbach und Eichberg der Semmeringbahn angestellt wurden, endlich auch aus den Erfahrungen, welche man auf der 18516 baierische Fuß langen mit $\frac{1}{40}$ ansteigenden Strecke zwischen Neuenmarkt und Marktschorgast in Baiern, die in der Regel mit Locomotiven von 20 Tonnen Gewicht und 4 gekuppelten Rädern befahren wird, gemacht hat.

Man geht daher sicher, wenn man für, nach dem jetzigen besten Principe ausgeführte Gebirgs- oder sogenannte Schlepp-maschinen, die für jede Bahn vortheilhaft anzuwenden sind, diesen Coefficienten zu $= \frac{1}{10}$ im Durchschnitt annimmt.

Eine Locomotive dieser Art von dem Gewichte = G Centnern, deren Tender für sich ein Gewicht von = T Centnern (einschließlich der Füllung an Wasser und Koaks) besitzt, wird mithin auf einer unter $\frac{1}{n}$ ansteigenden Eisenbahn aufwärts die Bruttolast eines angehängten vollbeladenen Zuges von

$$B = \frac{G}{10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)} - (G + T) \text{ Centnern}$$

bewegen können.

Von dieser Bruttolast des Zuges kommen

beim Güterverkehr

$$25) \quad q = \frac{B}{1+\varphi_1} = \frac{G - 10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(G+T)}{10\,(1+\varphi_1)\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)} \text{ Centner}$$

auf die Ladung und

$$26) \quad \varphi_1 q = \frac{\varphi_1}{1+\varphi_1} B = \varphi_1 \cdot \frac{G - 10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(G+T)}{10\,(1+\varphi_1)\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)} \text{ Ctnr.}$$

auf das Gewicht sämmtlicher Güterwagen;

beim Personenverkehr

$$27)\quad q_1 = \frac{B}{1+\psi_1} = \frac{G - 10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(G+T)}{10\,(1+\psi_1)\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)} \text{ Ctr. Ladung}$$

$$= \frac{G - 10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(G+T)}{14\,(1+\psi_1)\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)} \text{ Personen}$$

von dem durchschnittlichen Gewichte = 1,4 Centner, so wie

$$28)\quad \psi_1 q_1 = \frac{\psi_1}{1+\psi_1} B = \psi_1 . \frac{G - 10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(G+T)}{10\,(1+\psi_1)\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)}$$

Centner auf das Gewicht sämmtlicher Personenwagen.

Es sind diese unter 25 bis 28 angegebenen Werthe diejenigen, welche der Locomotive vom Gewichte G und dem Fortschaffungscoefficienten $= \frac{1}{10}$ als Maxima zugemuthet werden können.

Die zulässig größte mechanische Arbeit einer Locomotive vom Gewichte G beträgt, wenn sie sich mit v Meilen Geschwindigkeit in der Stunde bewegt, am Umfange ihrer Treibräder $= v . \frac{G}{10}$ Meilencentner pro Stunde, oder da eine Pferdekraft für sächs. Fuß und Zollgewicht = 529,5 Fußpfunde pro Secunde beträgt,

$$= \frac{26157 . 100}{3600 . 529{,}5} . v . \frac{G}{10} = 0{,}1372 . v . G \text{ Pferdekräfte.}$$

Es ergibt sich folglich, wenn man den Wirkungsgrad einer Locomotive in Rücksicht auf die beträchtliche Geschwindigkeit ihrer Bewegung und sonst so annimmt, daß ihre Nominal-Kraft das Doppelte von der mechanischen Arbeit beträgt, welche sie im Maximo auf den Umfang ihrer Treibräder zu übertragen vermag, die Nominalkraft der Locomotive allgemein zu

$$29)\quad N = 2 . 0{,}1372 . v . G = 0{,}27444 . v . G \text{ Pferdekräfte.}$$

Da von diesem Kraftwerthe, für welchen die Verhältnisse der

Maschine einzurichten sind, auf die größte reine Ladung eines Güterzugs nur

$$= 0{,}1372 \,.\, v \,.\, \frac{G - 10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(G + T)}{(1 + \varphi_1)} \text{ Pferdekräfte}$$

kommen, so folgt hieraus das Nutzeffects-Verhältniß zwischen Last- und Kraftwerth oder der Wirkungsgrad des ganzen Zugs im günstigsten Falle

$$30) \qquad \mu = \frac{G - 10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(G + T)}{2\,(1 + \varphi_1)\,G}$$

Für Personenzüge ist dieser Wirkungsgrad

$$31) \qquad \mu_1 = \frac{G - 10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(G + T)}{2\,(1 + \psi_1)\,G}$$

In der frequenteren Verkehrsrichtung der Bahn von der Länge L sollen ebenfalls, wie beim Pferdebetrieb derselben, täglich $\frac{Q_0}{300}$ Centner Güter und $\frac{P_0}{365}$ Personen befördert werden. Werden nun täglich

bahnaufwärts $\frac{Q}{300}$ Centner Güter und $\frac{P}{365}$ Personen

bahnabwärts $\frac{Q_1}{300}$ " " " $\frac{P_1}{365}$ Personen

bewegt, und sind täglich m Güter- und m_1 Personenzüge in jeder Richtung der Bahn zu expediren, jene mit Locomotiven von G und diese mit Locomotiven von G_1 Centnern Gewicht; so ergibt sich die durchschnittlich tägliche Zugkraft für die am Tender angehangenen Wagen

beim Güterverkehr

$$32) \quad = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) \cdot \frac{Q + \varphi_1 Q_0}{300 \,.\, m} \text{ Centner bahnaufwärts,}$$

$$33) \quad = \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right) \frac{Q_1 + \varphi_1 Q_0}{300 \,.\, m} \text{ Centner bahnabwärts;}$$

beim Personenverkehr

$$34) \quad = 1{,}4 \,.\, \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) \frac{P + \psi_1 P_0}{365 \,.\, m_1} \text{ Centner bahnaufwärts,}$$

35) $= 1{,}4 . \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right) \frac{P_1 + \psi_1 P_0}{365 . m_1}$ Centner bahnabwärts.

Bezeichnet man, wie beim Betrieb der Bahn mittelst Pferden, auch hier mit K den größeren der Werthe $\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) \frac{Q + \varphi_1 Q_0}{300}$ und $\left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right) \frac{Q_1 + \varphi_1 Q_0}{300}$, so wie mit K_1 den größeren der Werthe von $1{,}4 . \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right) \frac{P + \psi_1 P_0}{365}$ und $1{,}4 . \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right) \frac{P_1 + \psi_1 P_0}{365}$ so erhält man die größere treibende Kraft am Umfange der Treibräder der Locomotive

beim Gütertransportzug

$$= \left[\frac{K}{m} + \left(\frac{1}{200} \pm \frac{1}{n}\right) (G + T)\right] \text{ Centner,}$$

beim Personentransportzug

$$= \left[\frac{K_1}{m_1} + \left(\frac{1}{200} \pm \frac{1}{n}\right) (G_1 + T)\right] \text{ Centner,}$$

in welchen Ausdrücken das den Werthen K und K_1 entsprechende Zeichen + oder — zu nehmen ist.

Für v Meilen Geschwindigkeit pro Stunde bei den Güterzügen und v_1 Meilen dergleichen Geschwindigkeit bei den Personen-Trains wird daher die größere Zugkraft der Locomotive

beim Gütertransportzug

36) $N = 2{,}7444 . v \left[\frac{K}{m} + \left(\frac{1}{200} \pm \frac{1}{n}\right)(G + T)\right]$ Pferdekräfte,

beim Personen-Train

37) $N_1 = 2{,}7444 . v_1 \left[\frac{K_1}{m_1} + \left(\frac{1}{200} \pm \frac{1}{n}\right) (G_1 + T)\right]$ Pferdekräfte erhalten.

Offenbar darf diese größere Zugkraft der Locomotive die Nominal-Kraft derselben (Gleichung 29) nicht überschreiten. Deshalb ist zu setzen:

$$0{,}27444 . v . G = 2{,}7444 . v . \left[\frac{K}{m} + \left(\frac{1}{200} \pm \frac{1}{n}\right) (G + T)\right]$$

und

$$0{,}27444 . v_1 . G_1 = 2{,}7444 . v_1 \left[\frac{K_1}{m_1} + \left(\frac{1}{200} \pm \frac{1}{n} \right) (G_1 + T) \right]$$

woraus erhalten wird, das Gewicht der Güterzug-Locomotive

$$38) \qquad G = \frac{\frac{1}{m} K + \left(\frac{1}{200} \pm \frac{1}{n} \right) T}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200} \pm \frac{1}{n} \right)} \text{ Centner,}$$

das der Personenzug-Locomotive

$$39) \qquad G_1 = \frac{\frac{1}{m_1} K_1 + \left(\frac{1}{200} \pm \frac{1}{n} \right) T}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200} \pm \frac{1}{n} \right)} \text{ Centner.}$$

Uebrigens ist die Kraft, mit welcher die Güterzug-Locomotive thätig zu sein hat

$$40) \quad N_2 = 2{,}7444 . v \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n} \right) \left[\frac{Q + \varphi_1 Q_0}{300 . m} + G + T \right] \text{ Pferdekräfte bahnaufwärts,}$$

$$41) \quad N_3 = 2{,}7444 . v \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n} \right) \left[\frac{Q_1 + \varphi_1 Q_0}{300 . m} + G + T \right] \text{ Pferdekräfte bahnabwärts,}$$

dagegen die Kraft der Personenzug-Locomotive

$$42) \quad N_4 = 2{,}7444 . v_1 \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n} \right) \left[\frac{P + \Psi_1 P_0}{260{,}7 . m_1} + G_1 + T \right] \text{ Pferdekräfte bahnaufwärts,}$$

$$43) \quad N_5 = 2{,}7444 . v_1 \left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n} \right) \left[\frac{P_1 + \Psi_1 P_0}{260{,}7 . m_1} + G_1 + T \right] \text{ Pferdekräfte bahnabwärts.}$$

Kann eine Güterzug-Locomotive a Meilen, eine Personenzug-Locomotive aber a_1 Meilen täglich zurücklegen, ohne daß sie zu sehr angegriffen werden, so wird jede Locomotive an jedem Verkehrstage

$$\left.\begin{aligned} \text{beim Güterverkehr} &= \frac{a}{L} \\ \text{beim Personenverkehr} &= \frac{a_1}{L} \end{aligned}\right\} \text{ Züge auf der L Meilen}$$

langen Bahn übernehmen können.

Demzufolge sind täglich

$$= 2 \cdot \frac{L}{a} \cdot m \text{ Güterzug-Locomotiven und}$$

$$= 2 \cdot \frac{L}{a_1} \cdot m_1 \text{ Personenzug-Locomotiven}$$

im activen Dienste, folglich mit Einschluß einer Reservemaschine

44) $$M = 1 + 2 \cdot \frac{L}{a} \cdot m \text{ Güterzug-Maschinen,}$$

45) $$M_1 = 1 + 2 \cdot \frac{L}{a_1} \cdot m_1 \text{ Personenzug-Maschinen}$$

für den Betrieb der Bahn anzuschaffen und zu unterhalten.

Eisenbahnen, die entweder gleich von vornherein oder in nicht zu fernliegender Zeit mit anderen Bahnen, deren Betriebskraft Dampf ist, in Verbindung zu bringen sind, — und dies ist bei den meisten neu anzulegenden Bahnen der Fall, die nicht den Character einer ganz untergeordneten Art haben, sondern ganze Ortschaften berühren und verbinden sollen — müssen der Vereinfachung und der Erleichterung des Verkehrs halber so eingerichtet werden, daß Lowrys und andere Güterwagen der sich anschließenden Locomotivbahn auf denselben und umgekehrt ihre eigenen Wagen der bezeichneten Art auf diesen verführt werden können. Sie sind daher mit Lowrys und Packwagen zu versehen, welche Ladungen von mindestens 90 Centnern aufzunehmen vermögen.

Wird deshalb das durchschnittliche Gewicht der Ladung eines jeden Güterwagens der Bahn zu 90 Centner festgesetzt, das eines Personenwagens aber zu 44,8 Centner oder $\frac{44,8}{1,4} = 32$ Personen, so besteht

jeder Güterzug aus $= \frac{Q_o}{90 \cdot 300 \cdot m} = \frac{Q_o}{27000 \cdot m}$ Packwagen und Lowrys,

jeder Personen-Train aus $= \frac{P}{32 \cdot 365 \cdot m_1} = \frac{P_o}{11680 \cdot m_1}$ Personenwagen mit je 32 Sitzen, und es sind demnach täglich

$$2 \cdot m \cdot \frac{Q_o}{27000 \cdot m} = \frac{Q_o}{13500} \text{ Güterwagen und}$$

$$2 \cdot m_1 \cdot \frac{P_0}{11680 \cdot m_1} = \frac{P_0}{5840}$$ Personenwagen

im activen Dienste der Bahn.

Der Bahnbetrieb erfordert mithin, wenn man auch hier, wie bei dem Betriebe derselben durch Pferde, beim Güterverkehr auf Wechselwagen und dann noch auf 10 Proc. Reserve, beim Personenverkehr aber auf überhaupt 20 Proc. Reserve rechnet,

46) $$N = 2{,}2 \cdot \frac{Q_0}{13500} = \frac{Q_0}{6136}$$ Güterwagen,

47) $$N_1 = 1{,}2 \cdot \frac{P_0}{5840} = \frac{P_0}{4866}$$ Personenwagen.

Von den in jedem Zuge enthaltenen Güterwagen $= \frac{Q_0}{27000 \cdot m}$ gehen bahnaufwärts, wohin jährlich Q Centner Güter zu fördern sind, nur $\frac{Q}{27000\,m}$ Wagen mit voller Ladung, mithin $\frac{Q_0 - Q}{27000 \cdot m}$ Wagen leer, wenn $Q < Q_0$ ist, dagegen bahnabwärts nur $\frac{Q_1}{27000 \cdot m}$ vollbeladene und $\frac{Q_0 - Q_1}{27000 \cdot m}$ leere Wagen, für $Q_1 < Q_0$. Nach jener Richtung, in welcher $Q_0 = Q$ oder $= Q_1$ Centner jährlich zu transportiren sind, sind natürlicherweise sämmtliche Wagen im Zuge mit voller Ladung versehen. Dasselbe findet beim Personenverkehr statt, für welchen in jedem aus $\frac{P_0}{11680 \cdot m_1}$ Wagen bestehenden Train

$\frac{P}{11680\,m_1}$ und $\frac{P_1}{11680 \cdot m_1}$ Wagen vollständig besetzt, und

$\frac{P_0 - P}{11680 \cdot m_1}$ und $\frac{P_0 - P_1}{11680 \cdot m_1}$ Wagen leer mit zu transportiren sind. Für nach beiden Richtungen gleiche Verkehrsverhältnisse sind weder beim Güter- noch beim Personentransport leere Wagen zurückzuführen.

Beispiel.

Wird auch hier das für Pferdebetrieb behandelte Beispiel angenommen, so erhält man für eine Bahn von 3,4 Meilen Länge

I. wenn sie mit $\frac{1}{n} = \frac{1}{130}$ ansteigt und

1) jährlich bahnaufwärts Q = 1650000 Ctr. Güter, P = 80000 Personen, bahnabwärts $Q_1 = 150000$ Ctr. Güter und $P_1 = 100000$ Personen zu befördern sind,

weil $Q_0 = 1650000$, $P_0 = 100000$ ist und, wenn das Gewicht eines Tenders im belasteten Zustande = 200 Centner beim Gütertransport und von 150 Centnern beim Personentransport gesetzt, endlich wegen der, durch die größere Geschwindigkeit und sonst bedingt werdende mehreren Dauerhaftigkeit der Wagen, im Durchschnitt $\varphi_1 = 0{,}8$ und $\Psi_1 = 2$ angenommen wird,

für den Güterverkehr

$$K = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\frac{1{,}8 \,.\, 1650000}{300} = 125{,}7$$

daher das Gewicht der Locomotive

$$G = \frac{\frac{1}{m} \,.\, 125{,}7 + \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{300}\right)200}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)} = \frac{\frac{125{,}7}{m} + 2{,}53846}{0{,}0873} \text{ Ctr.}$$

Läßt man täglich von jeder Endstation m = 4 Güterzüge abgehen, so wird

$$G = \frac{31{,}425 + 2{,}53846}{0{,}0873} = 389 \text{ Ctr.}$$

Diesem Locomotiven-Gewichte entspricht bei v = 3 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde eine nominelle Kraft derselben von

$$N = 0{,}27444 \,.\, 3 \,.\, 389 = 320{,}27 \text{ Pferdekräften.}$$

Die Kraft, womit die Locomotive im Zuge thätig zu sein hat, beträgt bahnaufwärts

$$N_2 = 2{,}7444 \,.\, 3 \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left[\frac{1{,}8 \,.\, 1650000}{300 \,.\, 4} + 389 + 200\right]$$

$$= 320{,}27 \text{ Pferdekräfte} = \text{der Nominalkraft,}$$

bahnabwärts aber $\left(\text{wegen des Gefälles von } \frac{1}{n} = \frac{1}{130} > \frac{1}{200}\right)$

$= N_3 =$ Null. Der Zug ist daher zu bremsen.

Sie liefert für einen bahnaufwärts gehenden vollbelasteten Güterzug einen Wirkungsgrad von

$$\mu = \frac{389 - 10 \cdot \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)(389 + 200)}{2 \cdot (1 + 0{,}8) \cdot 389} = 0{,}2244.$$

Die größte Ladung eines Güterzugs bahnaufwärts beträgt in der Voraussetzung, daß alle Wagen desselben volle Ladung haben,

$$q = \frac{389 - 10 \cdot \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)(389 + 200)}{10 \cdot 1{,}8 \cdot \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)} = 1376 \text{ Centner.}$$

Durchläuft eine Güterlocomotive täglich $a = 10{,}2$ Meilen, ist sie also täglich 3,4 Stunden in Bewegung, so sind

$$M = 1 + 2 \cdot \frac{3{,}4}{10{,}2} \cdot 4 = 4 \text{ Locomotiven,}$$

incl. einer Reservemaschine, zum Betriebe der Bahn erforderlich.

Endlich besteht jeder Güterzug aus $\frac{1650000}{27000.4} = 15{,}27$ Gepäckwagen und Lowrys, und es sind deshalb zu dem Betriebe der Bahn

$$N = \frac{1650000}{6136} = 269 \text{ dergl. Wagen überhaupt nöthig.}$$

Für den Personenverkehr

ist zunächst $K_1 = 1{,}4\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\frac{80000 + 2.100000}{365} = 13{,}6312$;

folglich das Gewicht der Personenzug-Locomotive

$$G_1 = \frac{\frac{1}{m_1} \cdot 13{,}6312 + \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)150}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)} = \frac{\frac{1}{m_1} \cdot 13{,}6312 + 1{,}904}{0{,}0873}$$

Läßt man, den angenommenen Verkehrsverhältnissen und der Bahnlänge entsprechend, täglich nach jeder Richtung nur $m_1 = 1$ Personenzug abgehen, so wird

$$G_1 = \frac{13{,}6312 + 1{,}904}{0{,}0873} = 178 \text{ Centner}$$

und die Locomotive von diesem Gewichte hat bei $v_1 = 4$ Meilen Geschwindigkeit per Stunde eine Nominalkraft von

$$N_1 = 0{,}27444 \,.\, 4 \,.\, 178 = 195{,}4 \text{ Pferdekräfte}$$

zu erhalten.

Sie übt beim Bahnaufwärtsfahren die Kraft von

$$N_4 = 2{,}7444 \,.\, 4 \,.\, \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left[\frac{80000 + 2 \,.\, 100000}{260{,}7 \,.\, 1} + 178 + 150\right]$$
$$= 195{,}4 \text{ Pferdekräfte}$$

aus, während der Zug bahnabwärts einer Kraft derselben nicht bedarf, sondern zu bremsen ist. Ihr Wirkungsgrad ist bahnaufwärts im günstigsten Falle

$$\mu_1 = \frac{178 - 10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)(178 + 150)}{2(1+2)\,178} = 0{,}1277.$$

Die ihr aufzubürdende größte Ladung bahnaufwärts bei sämmtlich vollbesetzten Wagen besteht in

$$q_1 = \frac{178 - 10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)(178 + 150)}{14(1+2)\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)} = 256 \text{ Personen.}$$

Jeder Personenzug enthält $\frac{100000}{11680.1.} = 9$ Wagen, wovon bahnaufwärts nur $\frac{80000}{11680} = 6{,}849$ Wagen mit überhaupt $32 \,.\, 6{,}849 = 219$ Personen besetzt, und 2,151 Wagen leer, d. i. $32 \,.\, 2{,}151 = 69$ Sitze unbesetzt sind.

Durchläuft eine Personenzug-Locomotive die Bahnlänge von 3,4 Meilen täglich 2 Mal, führt sie also einen Zug nach der einen, und einen Zug nach der anderen Richtung, was jährlich $= 2 \,.\, 3{,}4 \,.\, 365 = 24820$ Nutzmeilen entspricht, so sind für den Personenbetrieb

$$M_1 = 1 + 2 \,.\, \frac{3{,}4}{6{,}8} \,.\, 1 = 2 \text{ Locomotiven,}$$

einschließlich einer Reservemaschine, erforderlich.

Der Personenverkehr verlangt überhaupt

$$N_1 = \frac{100000}{4866} = 21 \text{ Personenwagen.}$$

2) Fänden die unter 1 angegebenen Verkehrsverhältnisse in entgegengesetzten Richtungen statt, gingen daher bahnaufwärts $Q = 150000$ Ctr. Güter, $P = 100000$ Personen, bahnabwärts aber $Q_1 = 1650000$ Ctr. Waaren und $P_1 = 80000$ Personen, so würde man haben:

für den Güterverkehr

$$K = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \frac{150000 + 0{,}8 \,.\, 1650000}{300} = 62{,}192$$

folglich das Gewicht der Locomotive

$$G = \frac{\frac{1}{m} \,.\, 62{,}192 + \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) .200}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)} = \frac{\frac{1}{m}\, 62{,}192 + 2{,}53846}{0{,}0873}$$

mithin bei $m = 3$ täglich abgehenden Güterzügen

$$G = 266{,}6 \text{ Centner;}$$

ihre Nominalkraft: bei $v = 3$ Meilen

$$N = 0{,}27444 \,.\, 3 \,.\, 266{,}6 = 219{,}5 \text{ Pferdekräfte.}$$

Mit dieser Kraft ist sie bahnaufwärts activ. Bahnabwärts braucht sie zum Führen der Züge keinen Dampf.

Der Wirkungsgrad derselben bahnaufwärts beträgt unter den günstigsten Bedingungen

$$\mu = \frac{266{,}6 - 10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)(266{,}6 + 200)}{2\,(1 + 0{,}8)\,266{,}6} = 0{,}216$$

wobei sie die reine größte Ladung von

$$q = \frac{266{,}6 - 10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)(266{,}6 + 200)}{10\,(1 + 0{,}8)\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)} = 907{,}7 \text{ Centner.}$$

aufzunehmen im Stande ist.

An dergl. Locomotiven verlangt der Güterverkehr der Bahn überhaupt

$$M = 1 + 2 \,.\, \frac{3{,}4}{10{,}2} \,.\, 3 = 3 \text{ Stück.}$$

An Güterwagen braucht man überhaupt

$$N = \frac{1650000}{6136} = 269 \text{ Stück.}$$

Jeder Güterzug enthält $= \frac{1650000}{27000.3} = 20{,}37$ oder 20 Stück Wagen, wovon jeder in bahnabwärts gehender Richtung volle Ladung besitzt, während jeder bahnaufwärts gehende Zug von ebenfalls 20 Wagen nur $\frac{150000}{27000.3} = 1\frac{23}{27}$ Wagenladungen von je 90 Centnern enthält.

Für den Personenverkehr

ergiebt sich $K_1 = 1{,}4\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)\frac{(1+2)\,100000}{365} = 14{,}6048$,

daher das Gewicht einer Personen-Transportmaschine bei $m_1 = 1$ Zug täglich in jeder Richtung

$$G_1 = \frac{14{,}6048 + \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)150}{\frac{1}{10}-\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)} = 189{,}1 \text{ Centner,}$$

deren nominelle Kraft,

$$N_1 = 0{,}27444 \,.\, 4 \,.\, 189{,}1 = 207{,}6 \text{ Pferdekräfte}$$

bei $v_1 = 4$ Meilen Geschwindigkeit per Stunde zu betragen hat, um die Züge bahnaufwärts bewältigen zu können. In der Richtung des Gefälles der Bahn braucht sie, wie die Güterlocomotive, keine Zugkraft auszuüben, da die Züge in Folge des Gefälles von selbst laufen, und gebremst werden müssen.

Den günstigsten Wirkungsgrad von

$$\mu_1 = \frac{189{,}1 - 10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)(189{,}1+150)}{2\,(1+2)\,189{,}1} = 0{,}129$$

besitzt eine Locomotive dieser Art, wenn sie bahnaufwärts nur vollbeladene Wagen mit der Ladung von überhaupt

$$q_1 = \frac{189{,}1 - 10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)(189{,}1+150)}{14\,(1+2)\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)} = 274 \text{ Personen}$$

führt.

Besorgt auch hier eine Locomotive den täglichen Dienst der Bahn, macht sie daher täglich $a_1 = 2 \,.\, 3{,}4 = 6{,}8$ Meilen, so braucht der Personenverkehr nur

$$M_1 = 1 + 2 \,.\, \frac{3{,}4}{6{,}8} \,.\, 1 = 2 \text{ Locomotiven.}$$

Die Anzahl Personenwagen, welche für den Personenverkehr zu bestimmen ist, ergibt sich zu ebenfalls

$$N_1 = \frac{100000}{4866} = 21.$$

In jedem Zuge, der bahnabwärts geht, befinden sich

$$\frac{8}{10} \cdot \frac{100000}{11680} = 6{,}849 = 7 \text{ Wagen}$$

mit 219 Personen besetzt, während die übrigen leer gehen.

3) Sind die Verkehrsverhältnisse nach beiden Richtungen der Bahn einander gleich und zwar für den nämlichen summarischen Verkehr, wie unter 1 und 2, würden daher nach jeder Richtung der Bahn jährlich

$$Q = {}_1Q = Q_0 = \frac{1650000 + 150000}{2} = 900000 \text{ Centner}$$

Güter und

$$P = P_1 = P_0 = \frac{100000 + 80000}{2} = 90000 \text{ Personen}$$

geschafft, so ergibt sich

für den Güterverkehr

$$K = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \frac{(1 + 0{,}8)\,900000}{300} = 68{,}5384,$$

demnach das Gewicht der Locomotive bei der Annahme von $m = 3$ Zügen täglich nach jeder Richtung

$$G = \frac{\frac{1}{3} \,.\, 68{,}5384 + \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) 200}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)} = 290{,}8 \text{ Ctr.}$$

und ihre Kraft

$$N = 0{,}27444 \,.\, 3 \,.\, 290{,}8 = 239{,}42 \text{ Pferdekräfte,}$$

bei 3 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde, womit sie nur bergauf activ zu sein braucht.

Ihr Wirkungsgrad bahnaufwärts ergibt sich für einen vollbeladenen Zug zu

$$\mu = \frac{290{,}8 - 10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)(290{,}8+200)}{2\,(1+0{,}8)\,290{,}8} = 0{,}217$$

und die von ihr bahnaufwärts zu bewältigende größte Ladung ist

$$q = \frac{290{,}8 - 10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)(290{,}8+200)}{10\,(1+0{,}8)\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)} = 1000 \text{ Centner.}$$

Dergleichen Locomotiven erfordert der Güterverkehr

$$M = 1 + 2\,.\,\frac{3{,}4}{10{,}2}\,.\,3 = 3 \text{ Stück,}$$

dagegen an Güterwagen aller Art

$$N = \frac{900000}{6136} = 147 \text{ Stück.}$$

Jeder Güterzug führt $\frac{900000}{27000\,.\,3}$ = rund 11 belastete Wagen.

Für den Personenverkehr

hat man $K_1 = 1{,}4\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right).\frac{(1+2)\,.\,90000}{365} = 13{,}144,$

folglich das Gewicht einer jeden für denselben bestimmten Locomotive bei täglich $m_1 = 1$ Zug

$$G_1 = \frac{13{,}144 + \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)150}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)} = 172{,}4 \text{ Centner,}$$

deren Maximal-Kraft bahnaufwärts bei 4 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde

$$N_1 = 0{,}27444\,.\,4\,.\,172{,}4 = 189{,}25 \text{ Pferdekräfte}$$

betragen muß, um die Züge zu befördern. Ihr Wirkungsgrad bei der Fahrt bahnaufwärts ergibt sich zu

$$\mu_1 = \frac{172{,}4 - 10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)(172{,}4+150)}{2\,(1+2)\,172{,}4} = 0{,}127,$$

und ihre größte Ladung dabei

$$q_1 = \frac{172{,}4 - 10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)(172{,}4+150)}{14\,(1+2)\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)} = 247 \text{ Personen.}$$

Der Personenbetrieb der Bahn erfordert

$$M_1 = 1 + 2\,.\,\frac{3{,}4}{6{,}8}\,.\,1 = 2 \text{ dergleichen Locomotiven}$$

und

$$N_1 = \frac{90000}{4866} = 19 \text{ Personenwagen.}$$

Jeder Zug führt $\frac{90000}{11680\,.\,1}$ = rund 8 Wagen.

II. Ist die Bahn horizontal und gehen

4) in der einen Richtung jährlich $Q = 1650000$ Ctr. Güter, $P = 100000$ Personen, in der anderen Richtung aber $Q_1 = 150000$ Centner Güter und $P_1 = 80000$ Personen; ist also $Q^1 = 1650000$ und $P_0 = 100000$, so wird erhalten

für den Güterverkehr

$$K = \frac{1}{200}\cdot\frac{1650000 + 0{,}8\,.\,1650000}{300} = 49{,}5,$$

ferner das Gewicht der Locomotive bei $m = 2$ täglichen Zügen in jeder Richtung

$$G = \frac{24{,}75 + \frac{1}{200}\,.\,200}{\frac{1}{10}-\frac{1}{200}} = 271 \text{ Centner,}$$

deren Nominal-Kraft und zugleich Kraft in der Richtung des stärkeren Verkehrs,

$$N = 0{,}27444\,.\,3\,.\,271 = 223 \text{ Pferdekräfte}$$

bei 3 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde.

Der größte Wirkungsgrad ist

$$\mu = \frac{271 - \frac{1}{20}\,.\,(271+200)}{2\,.\,1{,}8\,.\,271} = 0{,}254$$

und die größte Ladung des Zuges

$$q = \frac{271 - \frac{1}{20}(271 + 200)}{10(1 + 0{,}8)\frac{1}{200}} = 2750 \text{ Ctr.},$$

die Anzahl Locomotiven $M = 1 + 2 \cdot \frac{3{,}4}{10{,}2} \cdot 2 = 3$,

die Anzahl Güterwagen $N = \frac{1650000}{6136} = 269.$

In der Richtung des schwächeren Verkehrs ist die von der Locomotive aufzuwendende Kraft:

$$N_3 = 2{,}7444 . 3 . \frac{1}{200}\left(\frac{150000 + 0{,}8 . 1650000}{300 . 2} + 271 + 200\right)$$
$$= 120{,}25 \text{ Pferdekräfte},$$

für den Personenverkehr

$$K_1 = 1{,}4\left(\frac{1}{200}\right)\frac{(1+2)\,100000}{365} = 5{,}7534,$$

das Gewicht einer Personen-Maschine bei $m_1 = 1$ Zug täglich in jeder Richtung

$$G_1 = \frac{5{,}7534 + \frac{1}{200} . 150}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200}\right)} = 68{,}5 \text{ Ctr.};$$

ihre Kraft, womit sie zugleich in der Richtung des frequenteren Verkehrs activ ist,

$$N_1 = 0{,}27444 . 4 . 68{,}5 = 75{,}2 \text{ Pferdekräfte}$$

bei 4 Meilen Geschwindigkeit, und in der anderen Richtung der Bahn, in der des schwächeren Verkehrs

$$N_5 = 2{,}7444 . 4 . \frac{1}{200}\left(\frac{80000 . + 2 . 100000}{260{,}7 . 1} + 68{,}5 + 150\right)$$
$$= 60 \text{ Pferdekräfte; ferner ihr Wirkungsgrad}$$

$$\mu_1 = \frac{68{,}5 - \frac{1}{20} . (68{,}5 + 150)}{2 . 3 . 68{,}5} = 0{,}14; \text{ ferner}$$

das von ihr im Zuge fortzuschaffende größte Gewicht der Ladung

$$q_1 = \frac{68{,}5 - \frac{1}{20}(68{,}5 + 150)}{14 . 3 . \frac{1}{200}} = 274 \text{ Personen};$$

die Anzahl der erforderlichen Locomotiven

$$M_1 = 1 + 2 \cdot \frac{3,4}{6,8}\ 1 = 2 \text{ . und}$$

die Anzahl der benöthigten Personenwagen

$$N_1 = \frac{100000}{4866} = 21.$$

5) Wenn die Verkehrsverhältnisse nach beiden Bahnrichtungen einander völlig gleich sind, mithin $Q = Q_1 = Q_0 = 900000$ Centner und $P = P_1 = P_0 = 90000$ Personen beträgt, hat man

für den Güterverkehr

$$K = \frac{1,8 \cdot 900000}{200 \cdot 300} = 27,$$

deshalb das Gewicht der Güter-Locomotive

$$G = \frac{\frac{1}{2} \cdot 27 + \frac{200}{200}}{\frac{1}{10} - \frac{1}{200}} = 153 \text{ Ctr.}$$

bei $m = 2$ täglichen Zügen nach jeder Richtung der Bahn.

Ihre Zugkraft beträgt nach jeder Bahnrichtung

$$N = 0,27444 \cdot 3 \cdot 153 = 126 \text{ Pferdekräfte}$$

bei 3 Meilen Geschwindigkeit per Stunde, ihr Wirkungsgrad im günstigsten Falle

$$\mu = \frac{153 - \frac{1}{20} \cdot (153 + 200)}{2 \cdot 1,8 \cdot 153} = 0,244;$$

ihre größte reine Zug-Ladung

$$q = \frac{153 - \frac{1}{20}(153 + 200)}{1,8 \cdot \frac{1}{20}} = 1500 \text{ Ctr.}$$

Erforderlich sind:

$$M = 1 + 2 \cdot \frac{3,4}{10,2} \cdot 2 = 3 \text{ Locomotiven,}$$

$$N = \frac{900000}{6136} = 147 \text{ Güterwagen.}$$

Für den Personenverkehr ist

$$K_1 = 1{,}4 \cdot \frac{1}{200} \cdot \frac{(1+2)\,90000}{365} = 5{,}178,$$

folglich das Gewicht der Personen-Locomotive

$$G_1 = \frac{5{,}178 + \frac{1}{200} \cdot 150}{\frac{1}{10} - \frac{1}{200}} = 62{,}4 \text{ Centner},$$

bei $m_1 = 1$ Zug täglich nach jeder Richtung.

Ihre Zugkraft nach jeder Bahnrichtung ist

$$N_1 = 0{,}27444 \cdot 4 \cdot 62{,}4 = 68{,}5 \text{ Pferdekräfte}$$

bei $v_1 = 4$ Meilen Geschwindigkeit per Stunde, ihr Wirkungsgrad bei der vortheilhaftesten Belastung

$$\mu_1 = \frac{62{,}4 - \frac{1}{20}(62{,}4+150)}{2 \cdot 3 \cdot 62{,}4} = 0{,}139;$$

ihre größte reine Zug-Ladung

$$q_1 = \frac{62{,}4 - \frac{1}{20}(62{,}4 + 150)}{14 \cdot 3 \cdot \frac{1}{200}} = 247 \text{ Personen}.$$

Erforderlich sind endlich

$$M_1 = 1 + 2 \cdot \frac{3{,}4}{6{,}8} \cdot 1 = 2 \text{ Locomotiven}.$$

$$N_1 = \frac{90000}{4866} = 19 \text{ Personenwagen}.$$

In der folgenden Tabelle sind die für dieses Beispiel calculatorisch erhaltenen wesentlichen Resultate der Betriebsgegenstände übersichtlich zusammengestellt, und in der sechsten Columne für die behandelten drei Fälle des Verkehrs auf der geneigten Bahn Kraftwerthe der Locomotiven in bahnabwärts gehender Richtung nach 25 Proc. der Kräfte derselben, die sie bahnaufwärts auszuüben haben, um deswillen in Ansatz gebracht worden, weil für die nächste Rückfahrt die Dämpfe der Maschine in ihrer Spannung erha en werden müssen, wozu an Brennmaterial höchstens $^1/_4$ desjenigen Quanti, das beim Bahnaufwärtsfahren consumirt wird, erforderlich sein dürfte.

	Locomotive	
	Anzahl	Ge der Cer
I. Für horizontale Bahn und		
1) gleiche Verkehrsverhältnisse nach beiden Richtungen und zwar jährlich 900000 Centner Güter, 90000 Personen		
beim Gütertransport	3	
= Personenverkehr	2	
2) für 1650000 Centner Güter, 80000 Personen in der einen, 150000 Centner Güter, 100000 Personen in der anderen Richtung		
beim Gütertransport	3	
= Personenverkehr	2	
II. Für mit $\frac{1}{130}$ ansteigende Bahn und		
3) gleiche Verkehrsverhältnisse nach beiden Richtungen, nämlich jährlich 900000 Centner Güter, 90000 Personen		
beim Gütertransport	3	2
= Personenverkehr	2	1
4) für 150000 Centner Güter, 100000 Personen bahnaufwärts und 1650000 Centner Güter, 80000 Personen bahnabwärts		
beim Gütertransport	3	2
= Personenverkehr	2	1
5) für 1650000 Centner Güter, 80000 Personen bahnaufwärts, und 150000 Centner Güter und 100000 Personen bahnabwärts		
beim Gütertransport	4	
= Personenverkehr	2	

Es sind dies, wie man hieraus ersieht, ganz ähnliche Ver- Pferden bei denselben Verkehrsverhältnissen.

= und Personen= wagen		Kraft der Locomotive		Von den Locomo= tiven im	Gegen den unter I. 1 bezeichneten Fall werden mehr gebraucht			
					an	an	an	
ahl	Gewicht eines Wagens in Ctrn.	bahn= aufwärts in Pferdekr.	bahn= abwärts in Pferdekr.	Jahre durch= laufene Meilen	Locomo= tiven in Ctrn.	Locomo= tivkraft in Pferdekr.	Güter = u. Perf.= Wag. in Stück	in Ctrn.
47	72	126	126	4080	—	—	—	—
19	89,6	68,5	68,5	2482	—	—	—	—
69	72	223	120¼	4080	354	91¼	122	8784
21	89,6	75,2	60	2482	12,2	—	2	179,2
47	72	239,42	59,85	6120	413,4	47,27	—	—
19	89,6	189,25	47,31	2482	220	99,46	—	—
69	72	219,5	54,8	6120	340,8	22,3	122	8784
21	89,6	207,6	51,9	2482	253,4	122,5	2	179,2
69	72	320,27	80,07	8160	1097	222,51	122	8784
21	89,6	195,4	48,85	2482	231,2	107,25	2	179,2

hältnisse, wie bei dem Betriebe der nämlichen Bahn mittelst

Kosten der Eisenbahn.

Es kann sich für den Gegenstand dieses Aufsatzes nicht darum handeln, einen allgemeinen Ausdruck für die Kosten irgend einer Bahnanlage anzugeben, sondern nur um die Ermittelung des Verhältnisses, in welchem die Kosten einer Pferdebahn zu denen einer Locomotivbahn ungefähr stehen.

Im Eingange ist bereits bemerkt worden, auch geht es aus den angestellten Rechnungen zur Genüge hervor, daß selbst bei Pferdebahnen Steigungen von mehr als $\frac{1}{40}$ anzuwenden, der ungleich höheren Betriebskosten halber, nicht rathsam erscheinen. Es läßt sich daher, da für Locomotivenbetrieb Steigungen von diesem Betrage schon bei mehreren Eisenbahnen als zulässig erachtet worden sind, die Länge einer Bahn für Pferdebetrieb gegen die für den Betrieb mit Dampfkraft nicht abkürzen, selbst bei Thalübergängen nicht, weil durch Verminderung der Höhe der hier erforderlichen Viaducte entweder die Steigungen über die zulässige Grenze hinaus getrieben werden müßten, oder aber, um dies zu vermeiden, die Bahn verhältnißmäßig zu verlängern wäre, mithin in dem einen wie in dem andern Falle das, was an den Anlagskosten etwa erspart werden könnte, bei den fortlaufenden Betriebskosten reichlich wieder zugebüßt werden würde. Die Ersparniß an Anlagskosten bei Pferdebahnen könnte deshalb nur durch die Wohlfeilheit der Herstellung des gewöhnlichen Unter- und Oberbaues erzielt werden, nicht aber weder durch Verkürzung der Trace, noch durch Reduction der Kunstbauten. Es würde aber, namentlich bei Bahnen, die an bereits bestehenden Bahnen mit Locomotiven angeschlossen werden sollen, jedenfalls irrationell sein, wenn man der Wohlfeilheit des Baues wegen beabsichtigen wollte, der Pferdebahn eine geringere Spurweite, als jetzt für das Eisenbahnwesen in Deutschland vorgeschrieben wird, zu geben, denn durch die Anwendung der nämlichen oder der Normal-

spurweite, die 4 Fuß 8½ Zoll (engl.) beträgt, wird es leicht, die Güterwagen und Lowrys sofort auf die Nachbarbahn zu bringen, und darauf weiter zu verführen, und auf diese Weise die Transportkosten um die des Umladens zu vermindern, die Verkehrsverhältnisse aber überhaupt zu heben. Ist man aus diesen Gründen, so wie durch gesetzliche Vorschriften genöthigt, jene Normalspurweite der Locomotivbahnen auch bei Pferdebahnen anwenden zu müssen, so wird der Unterbau einer Pferdebahn auch die nämliche Kronenbreite und Basis, wie der der Locomotivbahnen unter übrigens gleichen Umständen erhalten müssen. Es ist daher am Unterbau der Bahn eine Ersparniß nicht zu erzielen, sondern es wird sich solche mehr nur auf den Oberbau derselben, nämlich auf die Anwendung schwächerer Schienen zu beschränken haben.

Schwächere Schienen aber als solche, deren Gewicht ungefähr ⅔ von demjenigen beträgt, welches jetzt Schienen für Locomotivbahnen gegeben wird, anwenden zu wollen, würde nicht räthlich sein, denn Schienen, deren Tragkraft nur wenig Reserve hat, nützen sich natürlicherweise frühzeitiger ab und es wird deshalb die an deren ersten Anlage gemachte Ersparniß an Schienenkosten durch die baldigere Erneuerung des Geleises nicht nur annullirt, sondern sie kann selbst, abgesehen von den Betriebsstörungen, um Vieles überschritten werden, da bekanntlich unbrauchbar gewordene Schienen nur als altes Eisen weit unter dem Ankaufspreise verwerthet werden können.

Nimmt man für Locomotivenbetrieb Schienen von 18 Zollpfund Gewicht pro sächs. Fuß, mithin solche von beinahe der jetzt gebräuchlichen schwersten Art an, so ergibt sich für eingleisige Bahnen bei Pferdebahnen ein Unterschied von 12 Pfd. Schieneneisen, oder zu Gunsten der letzteren eine Ersparniß von 21,6 Ngr. pro Fuß Bahngeleis bei Annahme von 6 Thlr. pro 100 Pfd. Schienen. Nichtsdestoweniger jedoch möge diese Ersparniß zu 1 Thlr. 15 Ngr. pro laufenden Fuß Bahngeleis angenommen werden.

Betragen nun die Herstellungskosten einer Pferdebahn mit 1 Geleis pro Meile A_1 Thlr., mit 2 Geleisen A_2 Thlr., so ergeben sich folglich die Kosten der Anlage einer Locomotivbahn von der nämlichen Lage und Länge L

48) $\mathfrak{A} = (A_1 + 39235)\,L$ Thlr., wenn sie eingeleisig und

49) $\mathfrak{A}_1 = (A_2 + 78470)\,L$ Thlr., wenn sie doppelgeleisig ist.

An Hochbauten, Telegraphen, Bahnwärterhäusern, Abtheilungs- und Neigungszeichen u. s. w. wird bei Pferdebahnen so gut wie nichts erspart werden, da für solche Bahnen eine Menge Gebäude sich nöthig machen, deren Herstellungskosten den Mehraufwand für dergl. Bauten bei Locomotivbahnen übertragen dürften, natürlich in der Voraussetzung gleicher Verkehrsverhältnisse und wenn von aller Luxusausstattung abgesehen wird. Es können daher diese Kosten mit unter A_1 und A_2 begriffen werden.

Kosten der Betriebsmittel

1) bei Pferdeeisenbahnen.

Ein Pferd von der für den Betrieb der Bahn erforderlichen Art darf, einschließlich der Anschaffung des Geschirres und Stallgeräthes, im Durchschnitt nicht unter 190 Thlr. veranschlagt werden.

Ferner kann man annehmen, daß der Zollcentner Gewicht eines Personenwagens erster und zweiter Classe im Durchschnitt 16 Thlr., der eines Packwagens und Lowrys aber durchschnittlich 9 Thlr. zu stehen kommt.

Es ergeben sich demzufolge die Kosten der Betriebsmittel für Pferdebahnen mit $\frac{1}{n} < \frac{1}{200}$ Ansteigen zu

$190\,(M_1 + M_3) = 190\,(0{,}5\,.\,L\,.\,K + 1{,}156\,L\,.\,K_1) = 190\,(0{,}5\,.\,K + 1{,}156\,.\,K_1)\,L$ Thlr. für Fracht- und Eilpferde, wenn unter K u. K_1 die größeren Werthe von $\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)\frac{Q + \varphi\,Q_0}{300}$ und $\left(\frac{1}{200} - \frac{1}{n}\right)\frac{Q_1 + \varphi\,Q_0}{300}$, resp. von $1{,}4\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)\frac{P + \psi\,P_0}{365}$

und $1{,}4\left(\frac{1}{200}-\frac{1}{n}\right)\frac{P_1+\psi P_0}{365}$ verstanden werden; ferner

$= 1{,}1\,.\,9\,\varphi\,.\,\frac{Q_0}{75} = 0{,}132\,.\,\varphi\,.\,Q_0$ Thlr. für Packwagen und Lowrys und

$= 0{,}55\,.\,16\,.\,\psi\,.\,\frac{P_0}{60} = 0{,}14644\,.\,\psi\,.\,P_0$ Thlr. für Personenwagen.

Ueberhaupt daher

50) $$\mathfrak{B} = 190\,(0{,}5\,.\,K + 0{,}156\,K_1)\,L + 0{,}132\,.\,\varphi\,Q_0 + 0{,}14644\,.\,\psi\,P_0 \text{ Thlr.}$$

Dagegen erhält man diese Kosten

für Pferdebahnen mit $\frac{1}{n} > \frac{1}{200}$ Ansteigen zu

$190\,(M_5 + M_6)$ Thlr. für Güter- und Eilpferde, in welchem Ausdrucke die unter 22 und 24 gegebenen Werthe für M_5 und M_6 zu nehmen sind; ferner

$\frac{11}{750}\,.\,9\,\varphi\,.\,Q_0 = 0{,}132\,.\,\varphi\,.\,Q_0$ Thlr. für Güterwagen; ferner

$\frac{16}{108{,}6}\,.\,\psi\,.\,P_0 = 0{,}14644\,.\,\psi\,.\,P_0$ Thlr. für Personenwagen; endlich

$q\,.\,p_1\,(M_5 + M_6)$ Thlr. für zum Einstellen der Pferde beim Bergabwärtsfahren benöthigte Karren, folglich überhaupt:

51) $$\mathfrak{B}_1 = (190 + 9\,.\,p_1)\,(M_5 + M_6) + 0{,}132\,.\,\varphi\,Q_0 + 0{,}14644\,.\,\psi\,P_0 \text{ Thlr.}$$

2) bei Locomotiv-Eisenbahnen.

Rechnet man auf je eine Locomotive einen Tender (was jedoch für Bahnen, die mehr als eine Reservemaschine besitzen, zu viel ist) und nimmt man in Ermangelung einer zuverlässigen Scala, nach welcher die Anschaffungskosten einer Locomotive aus ihrem Gewichte berechnet werden können, den Preis eines Zollcentners von Locomotiven zu 40 Thlr., den eines Zollcentners von Tendern zu 25 Thlr., so wie das Gewicht des letzteren zu 0,4 seines Bruttogewichts an, so erhält man, unter Bei-

behaltung der Preise für Güter- und Personenwagen, die Gestehungskosten der zum Betriebe der Bahn erforderlichen

Güterzug-Locomotiven $= 40 . G . M$ Thlr.

" Tender $= 0{,}4 . 25 . T . M = 10 . T . M$ Thlr.

Personenzug-Locomotiven $= 40 . G_1 M_1$ Thlr.

" Tender $= 10 . T_1 M_1$ Thlr.

(für M resp. M_1 Stück und den Gewichten, G und G_1, T und T_1).

Güterwagen $= 9 . 90 . \varphi_1 \frac{Q_0}{6136} = 0{,}132 . \varphi_1 Q_0$ Thlr.,

Personenwagen $= 16 . 44{,}8 . \frac{\psi_1 P_0}{4866} = 0{,}14644 . \psi_1 P_0$ Thlr.,

mithin überhaupt

52) $B_2 = 40 (G . M + G_1 . M_1) + 10 (T . M + T_1 . M_1)$
$+ 0{,}132 . \varphi_1 Q_0 + 0{,}14644 . \psi_1 . P_0$ Thlr.

Kosten des Betriebes.

Die Betriebskosten einer Eisenbahn bestehen in den Ausgaben
für allgemeine Verwaltung,
für die Bahn-Verwaltung und Unterhaltung,
für die Transport-Verwaltung.

Die allgemeine Verwaltung (auch Hauptverwaltung genannt) hängt zum Theil von dem Umfange des Verkehres auf der Bahn, von der Länge der letzteren und von den localen Verhältnissen, wegen des Einflusses derselben auf die Höhe der Besoldungen u. s. w. ab. Die diesfallsigen Auslagen lassen sich deshalb nicht ganz allgemein angeben. Es ist dies aber auch für den Zweck des gegenwärtigen Aufsatzes um so weniger nöthig, als für eine und dieselbe Bahn mit den nämlichen Verkehrsverhältnissen dieser Aufwand nahehin sich gleich bleiben wird, gleichviel, ob die Bahn Pferde- oder Dampfkraft als Beförderungsmittel anwendet. Indeß mag zu Gunsten der ersteren dieser Aufwand mit nur $^2/_3$ desjenigen in Ansatz gebracht werden, welcher für die letztere Betriebs-

kraft erforderlich ist, mithin, wenn mit C Thlr. der jährliche Aufwand für allgemeine Verwaltung der Bahn mit Locomotivenbetrieb bezeichnet wird, mit $\mathfrak{C} = \frac{2}{3}$ C Thlr. (53)

Aehnlich verhält es sich mit dem Aufwande für die Bahnverwaltung. Bleibt hier zwar ein großer Theil an Besoldungen sich gleich, die Bahn mag lang oder kurz sein, so richtet sich doch der andere Theil derselben und des Bureauaufwandes, so wie der Unterhaltungsaufwand der Bahn lediglich nach der Länge der Bahn. Für Locomotivbahnen in Deutschland kann man den durchschnittlichen Aufwand für Bahnunterhaltung am Bahnkörper, Oberbau, an Gebäuden, Einfriedigungen und sonstigen Baugegenständen pro Meile 2500 Thlr. annehmen, dahingegen denselben für Pferdebahnen von der nämlichen Lage und mit dem nämlichen Verkehrsumfange etwa zu 1000 Thlr. berechnen. Wenn nun der Gesammtaufwand für Bahnverwaltung bei 24 deutschen Eisenbahnen im Jahre 1847 überhaupt 5430 Thlr. für jede Bahnmeile im Durchschnitt betragen hat, hierfür aber, weil in dieser Summe bei dieser oder jener Bahn der Mehraufwand für Verlegung stärkerer Schienen gegen unbrauchbar gewordene schwächere dergl. u. s. w. mit enthalten zu sein scheint, 5000 Thlr. als genügend angenommen werden können, so läßt sich, mit Rücksicht auf die größere Abnutzung der Schienen beim Locomotivbetrieb, die Bahnverwaltung pro Meile Bahnlänge allgemein

bei Bahnen mit Locomotivbetrieb auf

54) $\mathfrak{D} = (2500 + 2500)\,\mathfrak{L} = 5000 \,.\, \mathfrak{L}$ Thlr.,

bei Bahnen mit Pferdebetrieb aber auf

55) $\mathfrak{D}_1 = (2500 + 1000)\,\mathfrak{L} = 3500\,\mathfrak{L}$ Thlr.

abschätzen.

Die Transportverwaltungskosten endlich richten sich weniger nach der Länge der Bahn, als vielmehr nach den Verkehrsverhältnissen auf derselben, oder nach den von den Zügen jährlich durchlaufenen Meilen. Sie zerfallen in die Gehalte des Dienst-

personals und den Unterhaltungsaufwand für Personen- und Güterwagen, sowie in die Zugkraftkosten.

In der Voraussetzung, daß sämmtliche Güter und Personen der Bahn entlang befördert werden, mithin Zwischenstationen für den Verkehr nicht stattfinden, kann man den jährlichen Aufwand an Gehalten und Unterhaltungskosten für Personen- und Güterwagen setzen:

bei Eisenbahnen mit Pferdebetrieb

250 Thlr. für einen Packmeister,

400 " " zwei Güterexpedienten à 200 Thlr.,

200 " " einen Geschirr- und Stallmeister,

300 " " einen Fourage-Einkäufer,

200 " Telegraphen-Ueberwachung,

$150 . \frac{N_1}{1,2}$ Thlr. oder $150 . \frac{N_3}{1,2}$ Thlr. für $\frac{N_1}{1,2}$ oder $\frac{N_3}{1,2}$ Schaffner bei den Personenzügen,

$6 . 120 . L = 720 . L$ Thlr. für das Bahnwärterpersonal (1 Wärter auf $\frac{1}{6}$ Meile Länge),

$\frac{Q + Q_1}{100} . \frac{7,5}{30} = \frac{Q + Q_1}{400}$ Thlr. für Auf- und Abladen der Güter, für je 100 Ctr. 7,5 Ngr.

$1,4 . \frac{(1 + \psi)\,(P + P_1)}{50} . L . \frac{3}{300} = \frac{1 + \psi}{3570} . (P + P_1) . L$ Thlr. für Unterhaltung der sämmtlichen Personenwagen, für je 50 Ctr. Bruttogewicht und Meile 3 Pf.

$\frac{(1 + \varphi)\,(Q + Q_1)}{50} . L . \frac{3}{300} = \frac{1 + \varphi}{5000} (Q + Q_1)\, L$ Thlr. für dergl. der sämmtlichen Güterwagen, für je 50 Ctr. Bruttolast und Meile 3 Pf.

500 Thlr. Bureau-Aufwand, Meilengebühren, Auslösung u. s. w., zusammen daher

$$56)\quad \mathfrak{E} = 1850 + 125 . (N_1 \text{ oder } N_3) + 720 . L + \frac{Q + Q_1}{400} + \frac{1 + \psi}{3570} (P + P_1)\, L + \frac{1 + \varphi}{5000} (Q + Q_1)\, L$$

$$= 1850 + 125 \,.\, (N_1 \text{ oder } N_3) + \left[720 + \frac{1+\varphi}{5000}(Q + Q_1) + \frac{1+\psi}{3570}(P + P_1)\right] L + \frac{Q + Q_1}{400} \text{ Thlr.}$$

je nachdem die Bahn ein Ansteigen von $\frac{1}{n} < \frac{1}{200}$ oder $\frac{1}{n} > \frac{1}{200}$ besitzt.

bei Eisenbahnen mit Locomotivbetrieb.

600 Thlr. für einen Maschinenmeister,
250 " " einen Packmeister,
400 " " zwei Gütererpedienten,
300 " " einen Wagenmeister,
500 " " Bureau-Aufwand, Meilengebühren, Auslösungen ꝛc.

$180 \,.\, \frac{P_0}{5840} \cdot \frac{1}{2} =$ rund $\frac{P_0}{65}$ Thlr. für $\frac{P_0}{2.5840}$ Schaffner, à 180 Thlr. bei den Personenzügen,

$180 \,.\, \frac{Q_1}{13500} \cdot \frac{1}{2} = \frac{Q_0}{150}$ Thlr. für $\frac{Q_0}{2\,.\,13500}$ Schaffner und Wagenbremser bei den Güterzügen,

$720 \,.\, L$ Thlr. für das Bahnwärterpersonal,

$\frac{Q + Q_1}{400}$ Thlr. für Auf- und Abladen der Güter,

$1{,}4 \frac{(1+\psi_1)(P + P_1)}{50} L \,.\, \frac{4}{300} = \frac{1+\psi_1}{2680}(P + P_1) L$ Thaler für Unterhaltung der Personenwagen, incl. Schmiere, Putzmaterial ꝛc. für je 50 Ctr. Bruttogewicht und Meile 4 Pf.

$\frac{(1+\varphi_1)(Q + Q_1)}{50} \,.\, L \,.\, \frac{4}{300} = \frac{1+\varphi_1}{3750}(Q + Q_1) L$ Thlr. für dergleichen der sämmtlichen Güterwagen, auf je 50 Ctr. Bruttogewicht 4 Pf.,

mithin überhaupt

57) $$\mathfrak{E}_1 = 2050 + \frac{P_0}{65} + \frac{Q_0}{150} + \left[720 + \frac{1+\psi_1}{2680}(P + P_1) + \frac{1+\varphi_1}{3750}(Q + Q_1) \,.\, L +\right] \frac{Q + Q_1}{400} \text{ Thlr.}$$

Den wesentlicheren Theil der Transport-Verwaltungskosten bilden schließlich die Zugkraftkosten.

Bei Eisenbahnen mit Pferdebetrieb hat man auf jedes Fracht- und Eilpferd, um Krankheits- und sonstige Behinderungsfälle zu übertragen, einen Knecht oder Treiber zu rechnen, welcher täglich nicht unter 10 Ngr. zu bekommen hat. Nimmt man ferner an, daß ein Pferd, wie es zum Bahnbetrieb erforderlich ist, im Ankaufe 150 Thlr. zu stehen kommt, daß es im Dienste der Bahn zunächst als Eilpferd, dann als Frachtpferd, überhaupt höchstens 6 Jahre brauchbar ist, und endlich für 30 Thlr. verwerthet werden könne, so kann der durchschnittliche jährliche Aufwand an Zugkraftkosten für jedes Pferd zu

121	Thlr.	20	Ngr. an Lohn für den Treiber,
120	=	—	= für Fütterung des Pferdes,
18	=	—	= = Hufschlag und Kurkosten,
12	=	—	= = Unterhaltung des Pferdesgeschirres,
5	=	—	= = Geleuchte und Streu im Stalle,
20	=	—	= = Remonte,

296 Thlr. 20 Ngr. oder in abgerundeter Zahl 300 Thlr. gesetzt werden.

Es kostet demnach die jährliche Zugkraft auf einer Eisenbahn von L Meilen Länge und $\frac{1}{n} < \frac{1}{200}$ Ansteigen, wenn jährlich Q Centner Güter und P Personen bahnaufwärts, Q_1 Centner Güter und P_1 Personen aber bahnabwärts befördert werden sollen

58) $\mathfrak{F} = 300\,(M_1 + M_3) = 300\,(0{,}5 \cdot K + 1{,}156 \cdot K_1)$ L Thlr.

[für K den größeren Werth der Gleichungen unter 2 und 3, und für K_1 den nämlichen Werth der Ausdrücke unter 10 und 11 genommen],

dagegen auf einer Eisenbahn von dekselben Länge aber mit dem Ansteigen $\frac{1}{n} > \frac{1}{200}$, bei demselben Verkehrsumfange

59) $\mathfrak{F}_1 = 300\,(M_5 + M_6)$ Thlr. [für M_5 und M_6 die Werthe der Gleichungen 22 und 24 gesetzt].

Für eine Locomotivbahn von der Länge L und dem Ansteigen $\left(\frac{1}{n}\right) \gtrless \frac{1}{200}$ und mit den nämlichen Verkehrsverhältnissen bestehen die Zugkraftkosten in dem Aufwande

für Brennmaterial,
= Schmiere und Putzmaterialien,
= Gehalte der Führer und Heizer,
= Putzer und Wasserpumper,
= Unterhaltung der Locomotiven nebst Tender.

Jede active Güterzugmaschine legt, bei Annahme von a Meilen täglich und von 300 Arbeitstagen im Jahre, jährlich 300 . a Meilen zurück, wozu sie bei v Meilen Geschwindigkeit pro Stunde $\frac{300 \,.\, a}{v}$ Stunden braucht. Täglich werden dergleichen Maschinen $= 2 \,.\, \frac{L}{a} \,.\, m$ Stück bei in jeder Richtung der Bahn abgehenden m Zügen gebraucht, wovon jede

bahnaufwärts mit N_2 Pferdekräften (Gleichung 40)
bahnabwärts mit N_3 Pferdekräften (Gleichung 41)

thätig zu sein hat. Die für den Güterverkehr erforderliche Kraft beträgt somit im Jahre

$$= \frac{300}{v} \, L \,.\, m \, (N_2 + N_3) \text{ Pferdekräfte}$$

auf 1 Stunde. Auf eine dergl. Krafteinheit oder Pferdekraft pro Stunde können mit Einschluß des Verbrauchs beim Anheizen, Stationiren der activen Maschinen und beim Warmhalten der Reservemaschine, 6 Pfund Koaks gerechnet werden. Dies gibt für den Güterverkehr den jährlichen Koaksverbrauch zu

$$= \frac{1800}{v} \,.\, L \,.\, m \, (N_2 + N_3) \text{ Pfd.} = \frac{18}{v} \, L \, m \, (N_2 + N_3) \text{ Zollcentner}$$

daher, wenn ein Zollcentner Koaks zu p Thlr. in Rechnung gebracht wird, einen Aufwand an Brennmaterial von jährlich

$$= \frac{18}{v} \, L \,.\, m \, (N_2 + N_3) \, p \text{ Thlr.}$$

Für den Personenverkehr beträgt dieser Aufwand, da jede Locomotive a_1 Meilen mit der Geschwindigkeit v_1 Meilen pro Stunde zurücklegt, jährlich 365 Tage in Betrieb kommt, und bahnaufwärts die Zugkraft von N_4 bahnabwärts eine dergleichen von N_5 (Gleichungen unter 42 und 43) auszuüben hat, übrigens täglich von jeder Endstation m_1 Züge abgehen sollen,

$$= \frac{6 \cdot 365}{100 \cdot v_1} \cdot L \cdot m_1 (N_4 + N_5) \mathfrak{p} = \frac{21{,}9}{v_1} L \cdot m_1 (N_4 + N_5) \mathfrak{p} \text{ Thlr.}$$

Demnach der gesammte Aufwand für Brennmaterial bei dem Betriebe der Bahn jährlich

$$= 3 \cdot \left[\frac{6}{v} m (N_2 + N_3) + \frac{7{,}3}{v_1} m_1 (N_4 + N_5)\right] L \cdot \mathfrak{p} \text{ Thaler}$$

An Schmiere und Putzmaterialien kann man nach den Erfahrungen bei den deutschen Eisenbahnen im Durchschnitte $3\frac{1}{2}$ Ngr. für jede von einer Locomotive durchlaufene Meile annehmen. Wenn nun für den jährlichen Betrieb der Bahn

die Güterlocomotiven $300 \cdot a \cdot 2 \cdot \frac{L}{a} m = 600 \cdot L\, m$,

die Personen-Locomotiven $365 \cdot a_1 \cdot 2 \frac{L}{a_1} m_1 = 730 \cdot L \cdot m_1$ Meilen durchlaufen, so ergibt sich dieser Aufwand zu

$$= (600 \cdot L\, m + 730\, L\, m_1) \frac{3{,}5}{30} = \frac{7}{6} (60 \cdot m + 73 \cdot m_1)\ L \text{ Thaler}$$

Der Betrieb der Bahn erfordert, wie weiter oben ermittelt wurde, einschließlich einer Reservemaschine

$$\left.\begin{aligned} M &= 1 + 2 \cdot \frac{L}{a} m \text{ Güterzug-} \\ M_1 &= 1 + 2 \cdot \frac{L}{a_1} m_1 \text{ Personenzug-} \end{aligned}\right\} \text{Locomotiven.}$$

Zu jeder der activen Güter- und Personenzug-Locomotiven braucht man einen Führer und einen Heizer; daher, wenn man außerdem noch einen Führer und einen Heizer für beide Reservemaschinen annimmt, zum Betrieb der Bahn überhaupt

$$1 + 2 \left(\frac{m}{a} + \frac{m_1}{a_1}\right) \text{ L Locomotiv-Führer,}$$

$$1 + 2 \left(\frac{m}{a} + \frac{m_1}{a_1}\right) \text{ L Locomotiv-Heizer.}$$

Erhält ein Locomotiv-Führer einen jährlichen Gehalt von 400 Thlr., ein Heizer 240 Thlr., so erhält man den jährlichen Aufwand an Gehalten für Führer und Heizer zu

$$= 640 \left[1 + 2\left(\frac{m}{a} + \frac{m_1}{a_1}\right) L\right] \text{Thlr.}$$

Für Putzer und Wasserpumper kann man erfahrungsmäßig $2^1/_2$ Ngr., dagegen für Unterhaltung einer Locomotive sammt Tender 10 Ngr. auf jede von derselben zurückgelegten Meile annehmen. Hiernach ergibt sich für den Betrieb der Bahn

der Aufwand für Putzer und Wasserpumper

$$= \frac{2,5}{30}\left(300 . a . 2 . \frac{L}{a} m + 365 . a_1\, 2\, \frac{L}{a_1} m_1\right)$$

$$= \frac{L}{6}(300 . m + 365 . m_1) \text{ Thlr.};$$

der Aufwand für Unterhaltung der Locomotiven

$$= \frac{2}{3}(300 . m + 365 . m_1)\, L \text{ Thlr.}$$

Ueberhaupt betragen die jährlichen Zugkraftkosten bei Locomotiven-Betrieb

$$60)\quad \mathfrak{F}_2 = 3\left[6\,\frac{m}{v}(N_2 + N_3) + 7,3 . \frac{m_1}{v_1}(N_4 + N_5)\right] L . p$$
$$+ \frac{7}{6}(60 . m + 73 . m_1)\, L + 640\left[1 + 2\left(\frac{m}{a} + \frac{m_1}{a_1}\right) L\right]$$
$$+ \frac{5}{6}(300 . m + 365 . m_1)\, L \text{ Thlr.}$$

Es ergeben sich daher die Kosten des Betriebes

bei Pferdebahnen mit $\frac{1}{n} < \frac{1}{200}$ Ansteigen zu

$$61)\quad B = \frac{2}{3} . C + \mathfrak{D}_1 + \mathfrak{E} + \mathfrak{F}$$

bei solchen mit dem Ansteigen von $\frac{1}{n} > \frac{1}{200}$ zu

$$62)\quad B_1 = \frac{2}{3} . C + \mathfrak{D}_1 + \mathfrak{E} + \mathfrak{F}_1$$

bei Locomotiv-Eisenbahnen

$$63)\quad B_2 = C + \mathfrak{D} + \mathfrak{E}_1 + \mathfrak{F}_2.$$

Einnahme.

Sieht man von jeder Nebeneinnahme ab, so müssen für gleiche Verkehrsverhältnisse und bei gleichen Frachtsätzen und Fahrpreisen die Einnahmen beim Betriebe der Bahn mittelst Pferden den Einnahmen beim Betriebe derselben mittelst Dampf ganz gleich sein. Nimmt man an, daß ein Centner Handelsgüter 5 Pfennige, ein Centner Rohproducte 3 Pfennige auf eine Meile zu verfrachten kostet, daß von den bahnaufwärts gehenden Gütern von Q Centnern $\frac{1}{\zeta}$ Q Centner auf Handelsgüter und $\left(1-\frac{1}{\zeta}\right)$ Q Centner auf Rohproducte kommen, daß die bahnabwärts gehenden Güter im Betrage von Q_1 Centnern aber in $\frac{1}{\zeta_1} Q_1$ Handelsgütern und in $\left(1-\frac{1}{\zeta_1}\right) Q_1$ Rohproducten bestehen, daß endlich der durchschnittliche Fahrpreis für eine Person und die Meile $3\frac{1}{2}$ Ngr. beträgt, so ergibt sich demnach sowohl für Pferde-, als für Locomotiven-Betrieb der Bahn die Einnahme zu überhaupt

$$64)\quad E = \left(\frac{1}{\zeta} Q + \frac{1}{\zeta_1} Q_1\right)\frac{5}{300} L + \left[\left(1-\frac{1}{\zeta}\right) Q + \left(1-\frac{1}{\zeta_1}\right) Q_1\right]\frac{3}{300} L + (P + P_1)\cdot\frac{3{,}5}{30}\cdot L$$

$$= \left[\frac{Q+Q_1}{100} + \frac{1}{150}\left(\frac{Q}{\zeta}+\frac{Q_1}{\zeta_1}\right) + \frac{7}{60}(P+P_1\right] L$$

$$= \left[1{,}5\ (Q+Q_1) + \frac{Q}{\zeta} + \frac{Q_1}{\zeta_1} + 17{,}5\ (P+P_1)\right]\frac{L}{150}\text{Thlr.}$$

Rentabilität der Bahn.

Die Rentabilität der Bahn wird, wenn sie eingeleisig ist, sein:

bei Pferdebetrieb

$$65)\quad R = \frac{E - (B \text{ oder } B_1)}{L\cdot A_1 + (\mathfrak{B} \text{ oder } \mathfrak{B}_1)}\cdot 100 \text{ Procent,}$$

je nachdem die Bahn ein Ansteigen von $\frac{1}{n} < \frac{1}{200}$ oder $> \frac{1}{200}$ besitzt,

bei Locomotivenbetrieb

$$66)\quad R_1 = \frac{E - B_2}{L\,(39235 + A_1) + \mathfrak{B}_2} . 100 \text{ Proc.}$$

und wenn sie zweigeleisig ist,

bei Pferdebetrieb

$$67)\quad R_2 = \frac{E - (B \text{ oder } B_1)}{L\,A_2 + (\mathfrak{B} + \mathfrak{B}_1)} . 100 \text{ Proc.}$$

bei Locomotivenbetrieb

$$68)\quad R_3 = \frac{E - B_2}{(78470 + A_2)\,L + \mathfrak{B}_2} . 100 \text{ Proc.}$$

Aus diesen Relationen ergibt sich für gleiche Rentabilitäten in der Voraussetzung, daß die Meile Locomotivbahn gegen eine Meile Pferdebahn mehr nicht als 39235 Thlr. bei eingeleisiger und 78470 Thlr. bei doppelgeleisiger Spur kosten soll, der Aufwand für die Pferdeeisenbahn pro Meile bei einem Geleise zu

$$69)\quad A_1 = \frac{[39235\,L + \mathfrak{B}_2]\,(E - B) - \mathfrak{B}\,(E - B_2)}{L\,(B - B_2)}$$

$$\text{oder} = \frac{[39235 . L + \mathfrak{B}_2]\,(E - B_1) - \mathfrak{B}_2\,(E - B_2)}{L\,(B_1 - B_2)}$$

bei doppeltem Geleise zu

$$70)\quad A_2 = \frac{(78470 . L + \mathfrak{B}_2)\,(E - B) - \mathfrak{B}\,(E - B_2)}{L\,(B - B_2)}$$

$$\text{oder} = \frac{(78470 . L + \mathfrak{B}_2)\,(E - B_1) - \mathfrak{B}_1\,(E - B_2)}{L\,(B_1 - B_2)}$$

je nachdem die Bahn ein Ansteigen von $\frac{1}{n} < \frac{1}{200}$ oder $> \frac{1}{200}$ besitzt.

Uebrigens betragen die Betriebskosten der Bahn von der Einnahme

beim Pferdebetrieb

$$71)\quad = \frac{B}{E}\,100 \text{ oder } \frac{B_1}{E} . 100 \text{ Proc.}$$

beim Locomotivenbetrieb

$$72)\quad = \frac{B_2}{E} . 100 \text{ Proc.}$$

Soll die Bahn für die anfänglich zu erwartenden Verkehrsverhältnisse mit 4 Proc. sich verzinsen, was für Bahnprojecte

vollkommen genügt, indem erfahrungsmäßig die Verkehrsverhältnisse einer Bahn in der Regel von Jahr zu Jahr, bis zu einer gewissen Grenze hin, zunehmen, so erhält man aus den Gleichungen unter 65 und 66 die diesem Zinsfuße entsprechenden Anlagskosten einer eingeleisigen Eisenbahn pro Meile

für Pferdebetrieb

$$73)\quad A_1 = \frac{25\,(E - [B \text{ oder } B_1]) - (B \text{ oder } B_1)}{L}$$

je nachdem die Bahn ein Ansteigen von $\frac{1}{n} < \frac{1}{200}$ oder $> \frac{1}{200}$ besitzt,

für Locomotivbetrieb

$$74)\quad (39235 + A_1) = \frac{25\,(E - B_2) - B_2}{L}$$

wornach sich zugleich, mit Rücksicht auf die Verkehrsausdehnung, beurtheilen läßt, ob eine Bahn überhaupt nur eingeleisig herzustellen ist, oder doppelgeleisig gebaut werden kann.

Um diese Verkehrsverhältnisse durch Beispiele zu erläutern, und um zugleich mit nachzuweisen, welchen Einfluß die Verschiedenheit der Verkehre auf einer Bahn in beiden Richtungen auf die Rentabilität derselben hat, mögen für die bereits weiter oben angeführten fünf Beispiele folgende Rechnungen noch aufgestellt werden.

Für eine Bahn von L = 3,4 Meilen Länge mit $\frac{1}{n} = \frac{1}{130}$ Ansteigen

1) wenn jährlich darauf bahnaufwärts Q = 1650000 Ctr. Güter und P = 80000 Personen, bahnabwärts Q_1 = 150000 Ctr. Güter und P_1 = 100000 Personen befördert werden sollen, hat man

a) bei Pferdebetrieb derselben

an Kosten der Betriebsmittel

für Fracht- und Eilpferde = 190 (131 + 46) = 33630 Thlr.

" Güterwagen $= 0{,}132 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1650000 = 108900$ "

für Personenwagen $= 0{,}14644 . \frac{3}{2} . 100000 =$ 21966 Thlr.

" Pferde-Einstellkarren $= 9 . 5{,}5 . (131 + 46) =$ 8762 "

überhaupt $B_1 = 173258$ Thlr.

an Betriebskosten

für allgemeine Verwaltung C etwa 2000 Thlr.

" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung

$D = 3500 . 3{,}4 = 11900$ "

" Transport-Verwaltung, und zwar:

für das Dienstpersonal, Unterhaltung der Wagen u. s. w.

$$C = 1850 + 125 . 67 + \frac{1800000}{400}$$

$$+ \left[720 + \frac{1{,}5}{5000} . 1800000 + \frac{1 + 1\frac{1}{2}}{3570} . 180000 \right] 3{,}4 = 19938 \text{ "}$$

für die Zugkraft $F_1 = 300 (131 + 46) = 53100$ "

überhaupt $B_1 = 86938$ Thlr.

b) bei Locomotivbetrieb

an Kosten der Betriebsmittel

für Güterzug-Maschinen $= 40 . 389 . 4 =$ 62240 Thlr.

" deren Tender $= 10 . 200 . 4 =$ 8000 "

" Personenzug-Locomotiven $= 40 . 178 . 2 =$ 14240 "

" deren Tender $= 10 . 150 . 2 =$ 3000 "

" Güterwagen $= 0{,}132 . 0{,}8 . 1650000 =$ 174240 "

" Personenwagen $= 0{,}14644 . 2 . 100000 =$ 29288 "

überhaupt $B_2 = 291008$ Thlr.

an Betriebskosten

für allgemeine Verwaltung $=$ 3000 Thlr.

" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung

$D = 5000 . 3{,}4 =$ 17000 "

" Transport-Verwaltung, als:

für das Dienstpersonal, Unterhaltung der Wagen u. s. w.

$$\mathfrak{E}_1 = 2050 + \frac{100000}{65} + \frac{1650000}{150} + \frac{1800000}{400}$$

$$+\left[720 + \frac{3}{2680}.180000 + \frac{1,8}{3750}.1800000\right]3,4 = 25159,2 \text{ Thlr.}$$

oder rund 25160 "

für die Zugkraft bei Annahme von 8 Ngr. pro Centner Koaks

$$\mathfrak{F}_2 = 3\left[6.\frac{4}{3}(320,27+80,07)+7,3.\frac{1}{4}(195,4+48,85)\right]3,4.\frac{8}{30}$$

$$+\frac{7}{6}(60.4+73.1)3,4+640\left[1+2\left(\frac{4}{10,2}+\frac{1}{6,8}\right)3,4\right]$$

$$+\frac{5}{6}(300.4+365.1)3,4 = \text{abgerundet } 18620 \text{ Thlr.}$$

in Summe: $B_2 = 63780$ Thlr.

Wird nun angenommen, daß von den gesammten aufwärts gehenden Gütern der $\frac{1}{\zeta} = \frac{1}{6}$ in Handelsgütern, von den abwärts zu führenden Gütern aber $\frac{1}{\zeta_1} = \frac{4}{5}$ in dergl. Gütern, die übrigen aber in Rohproducten bestehen; so wird aus dem Güter- und Personen-Verkehr eine Einnahme von

$$E = \left[1,5.1800000 + \frac{1650000}{5} + \frac{4}{5}.150000 + 17,5.180000\right]\frac{3,4}{150}$$

= 142800 Thlr. hervorgehen, eine Summe, die auch für die nächsten vier Beispiele, des beabsichtigten Vergleiches halber, gelten soll.

Betrügen nun die Kosten einer Meile Locomotivbahn = 370000 Thlr., mithin die Kosten einer Meile Pferdebahn 370000 — 39235 = 330765 Thlr., so würde sich die Pferdebahn mit

$$R = \frac{142800 - 86938}{3,4.330765 + 173258}.100 = 4,29 \text{ Proc.}$$

die Dampfbahn aber mit

$$R_1 = \frac{142800 - 63780}{3,4.370000 + 291008}.100 = 5,10 \text{ Proc.}$$

verintereſſiren, und das Verhältniß der Ausgaben zu den Brutto-Einnahmen dabei betragen für jene

$$\frac{B_1}{E}.100 = \frac{86938}{142800}.100 = 60{,}8 \text{ Proc.}$$

für dieſe

$$\frac{B_2}{E}.100 = \frac{63780}{142800}.100 = 44{,}7 \text{ Proc.}$$

Für eine Rentabilität der Bahn von 4 Proc. würde die Meile Pferdebahn

$$A_1 = \frac{25\,(142800 - 86938) - 173258}{3{,}4} = 359158 \text{ Thlr.}$$

die Meile Locomotivbahn dagegen

$$A_2 = \frac{25\,(142800 - 63780) - 291008}{3{,}4} = 495438 \text{ Thlr.}$$

koſten dürfen.

2) Wenn auf der nämlichen Bahn jährlich bahnaufwärts $Q = 150000$ Ctr. Güter und $P = 100000$ Perſonen; bahnabwärts hingegen $Q_1 = 1650000$ Ctr. Güter und $P_1 = 80000$ Perſonen gingen, ſo würde man erhalten

a) bei Pferdebetrieb derſelben

an Koſten für Betriebsmittel

für Fracht- und Eilpferde	$= 190\,(52 + 50)$	$= 19380$ Thlr.
" Güterwagen	$= 0{,}132.\frac{1}{2}.1650000 = 108900$	"
" Perſonenwagen	$= 0{,}14644.\frac{3}{2}.100000 = 21966$	"
" Pferde-Einſtellwagen	$= 9.5{,}5\,(52 + 50) = 5049$	"
	zuſammen $B_1 = 155295$ Thlr.	

an Betriebskoſten

für allgemeine Verwaltung	$= 2000$ Thlr.
" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung	$= 11900$ "
" Transport-Verwaltung und zwar:	

für das Dienstpersonal, Unterhaltung der Wagen:

$$\mathfrak{E} = 1850 + 125 \,.\, 67 + \frac{1800000}{400}$$

$$+ \left[720 + \frac{1\frac{1}{2}}{5000} \,.\, 1800000 + \frac{1+\frac{3}{2}}{3570} \,.\, 180000 \right] 3{,}4 = 19437{,}5 \text{ Thlr.}$$

für die Zugkraft $= \mathfrak{F}_1 = 300\ (52 + 50) = 30600$ „

zusammen $B_1 =$ rund 63938 Thlr.

b) bei Locomotivbetrieb

an Kosten der Betriebsmittel

für Güter-Locomotiven	$= 40 \,.\, 266{,}6 \,.\, 3 =$	31992	Thlr.
„ deren Tender	$= 10 \,.\, 200 \,.\, 3 =$	6000	„
„ Eil-Locomotiven	$= 40 \,.\, 189{,}1 \,.\, 2 =$	15128	„
„ Tender	$= 10 \,.\, 150 \,.\, 2 =$	3000	„
„ Güterwagen	wie im Falle 1.	174240	„
„ Personenwagen	wie im Falle 1.	29288	„

zusammen $B_2 = 259648$ Thlr.

an Betriebskosten

für allgemeine Verwaltung	=	3000 Thlr.
„ Bahn-Unterhaltung und Verwaltung	=	17000 „
„ Transport-Verwaltung, als:		
für Gehalte, Unterhaltung der Wagen u. s. w. wie im vorigen Beispiel	$= \mathfrak{E}_1 =$	25160 „

für Zugkraft $= \mathfrak{F}_2 =$

$$3 \left[6 \,.\, \frac{3}{3} (219{,}5 + 54{,}8) + 7{,}3 \,.\, \frac{1}{4} (207{,}6 + 51{,}9) \right] 3{,}4 \,.\, \frac{8}{30}$$

$$+ \frac{7}{6} (60 \,.\, 3 + 73 \,.\, 1)\, 3{,}4 + 640 \left[1 + 2 \left(\frac{3}{10{,}2} + \frac{1}{6{,}8} \right) 3{,}4 \right]$$

$$+ \frac{5}{6} (300 \,.\, 3 + 365 \,.\, 1)\, 3{,}4 = \text{rund } 12340 \text{ „}$$

zusammen $B_2 = 57500$ Thlr.

Einnahme $E = 142800$ Thlr.

Betragen die Kosten einer Meile Pferdebahn $A_1 = 330765$ Thlr.,

einer Meile Locomotivbahn $A_2 = 39235 + A_1 = 370000$ Thlr., so verzinst sich die Pferdebahn mit

$$R = \frac{142800 - 63938}{3{,}4 \,.\, 330765 + 155295} \,.\, 100 = 5{,}71 \text{ Proc.}$$

die Locomotivbahn mit

$$R_1 = \frac{142800 - 57500}{3{,}4 \,.\, 370000 + 259648} \,.\, 100 = 5{,}62 \text{ Proc.}$$

Die Ausgaben betragen von der Brutto-Einnahme bei jener

$$\frac{B_1}{E}\, 100 = \frac{6393800}{142800} = 44{,}8 \text{ Proc.}$$

bei dieser Bahn

$$\frac{B_2}{E} \,.\, 100 = \frac{5750000}{142800} = 40{,}26 \text{ Proc.}$$

Für eine Verzinsung der Bahnanlage nach 4 Proc. würde die Meile Pferdebahn

$$A_1 = \frac{25\ (142800 - 63938) - 155295}{3{,}4} = 534193 \text{ Thlr.}$$

die Meile Dampfbahn

$$A_2 = \frac{25\ (142800 - 57500) - 259648}{3{,}4} = 550839 \text{ Thlr.}$$

kosten dürfen.

3) Sind die Verhältnisse auf der Bahn nach beiden Richtungen gleich, ist nämlich $Q = Q_1 = 900000$ Ctr., $P = P_1 = 90000$ Personen; dann ergeben sich

a) beim Pferdebetrieb

die Kosten der Betriebsmittel

für Fracht- und Eilpferde	$= 190\ (71 + 46)$	$= 22230$ Thlr.
" Güterwagen	$= 0{,}132 \,.\, \frac{1}{2} \,.\, 900000$	$= 59400$ "
" Personenwagen	$= 0{,}14644 \,.\, 1\frac{1}{2} \,.\, 90000$	$= 19769{,}4$ "
" Pferde-Einstellwagen	$= 9 \,.\, 5{,}5\ (71 + 46)$	$= 5792$ "
	zusammen B_1 rund	$= 107192$ Thlr.

die Betriebskosten

für allgemeine Verwaltung 2000 Thlr.

" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung 11900 "

" Transport-Verwaltung, als:

$$\mathfrak{E} = 1850 + 125.60 + \frac{1800000}{400}$$

$$+\left[720 + \frac{1+\frac{1}{2}}{5000}.1800000 + \frac{1+1{,}5}{3570}.180000\right]3{,}4 = 18562 \text{ "}$$

Zugkraft $= \mathfrak{F}_1 = 300.(71 + 46) = 35100$ "

zusammen $B_1 = 67562$ Thlr.

b) beim Locomotivbetrieb

die Kosten der Betriebsmittel

für Güter-Locomotiven $= 40.290{,}8.3 =$ 34896 Thlr.

" deren Tender $= 10.200.3 =$ 6000 "

" Personen-Locomotiven $= 40.172{,}4.2 =$ 13792 "

" deren Tender $= 10.150.2 =$ 3000 "

" Güterwagen $= 0{,}132.0{,}8.900000 =$ 95040 "

" Personenwagen $= 0{,}14644.2.90000 =$ 26360 "

$B_2 = 179088$ Thlr.

die Kosten des Betriebes

für allgemeine Verwaltung $=$ 3000 Thlr.

" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung $=$ 17000 "

" Transport-Verwaltung, nämlich:

$$\mathfrak{E}_1 = 2050 + \frac{90000}{65} + \frac{900000}{150} + \frac{1800000}{400}$$

$$+\left[720 + \frac{3}{2680}.180000 + \frac{1{,}8}{3750}.1800000\right] 3{,}4 = 20005 \text{ "}$$

$$\mathfrak{F}_2 = 3\Big[6.\frac{3}{3}(239{,}42+59{,}85)+7{,}3.\frac{1}{4}(189{,}25+47{,}31)3{,}4\frac{8}{30}$$

$$+\frac{7}{6}(60.3+73.1)3{,}4+640\left[1+2\left(\frac{3}{10{,}2}+\frac{1}{6{,}8}\right)3{,}4\right]$$

$$+\frac{5}{6}(300.3+365.1)3{,}4 = 13244 \text{ "}$$

$B_2 = 53249$ "

Brutto-Einnahme $E = 142800$ Thlr.

Für die Kosten einer Meile Eisenbahn von 330765 Thlr. für Pferdebetrieb und 370000 Thlr. für Locomotivbetrieb ergibt sich folglich die Rentabilität der Pferdebahn zu

$$R = \frac{142800 - 67562}{3{,}4 \,.\, 330765 + 107192} \,.\, 100 = 6{,}10 \text{ Proc.}$$

der Locomotivbahn zu

$$R_1 = \frac{142800 - 53249}{3{,}4 \,.\, 370000 + 179088} \,.\, 100 = 6{,}23 \text{ Proc.}$$

wobei die Ausgaben von der Brutto-Einnahme

$$100 \,\frac{B_1}{E} = \frac{6756200}{142800} = 47{,}3 \text{ Proc. für jene,}$$

$$100 \,.\, \frac{B_1}{E} = \frac{5324900}{142800} = 37{,}29 \text{ Proc. für diese betragen.}$$

Einer Verzinsung des Gesammt-Anlagekapitals nach 4 Proc. entspricht der Aufwand pro Bahnmeile (excl. Betriebsmittel) von

$$\frac{25\,(142800 - 67562) - 107192}{3{,}4} = 521687 \text{ Thlr.}$$

bei Pferdebetrieb, und von

$$\frac{25\,(142800 - 53249) - 179088}{3{,}4} = 605790 \text{ Thlr.}$$

bei Dampfbetrieb.

Für eine horizontale Bahn von $L = 3{,}4$ Meilen Länge

4) wenn auf derselben in der einen Richtung $Q = 1650000$ Ctr. Güter, $P = 80000$ Personen und in der anderen Richtung $Q_1 = 150000$ Ctr. Güter, $P_1 = 100000$ Personen jährlich verkehren, ergeben sich

a) bei Pferdebetrieb

die Kosten der Betriebsmittel

für Fracht- und Eilpferde	$= 190\,(70 + 19)$	$= 16910$ Thlr.
" Güterwagen	$= 0{,}132 \,.\, \frac{1}{2} \,.\, 1650000$	$= 108900$ "
" Personenwagen	$= 0{,}14644 \,.\, \frac{3}{2} \,.\, 100000$	$= 21966$ "
		$B_1 = 147776$ Thlr.

die Betriebskosten

für allgemeine Verwaltung = 2000 Thlr.

" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung = 11900 "

" Transport-Verwaltung, d. i.

$$\mathfrak{E} = 1850 + 125 \cdot 21 + \frac{1800000}{400}$$

$$+\left[720 + \frac{1,5}{5000} \cdot 1800000 + \frac{2,5}{3570} \cdot 180000\right] 3,4 = 13687 \text{ "}$$

$$\mathfrak{F}_1 = 300\,(70 + 19) = 26700 \text{ "}$$

$\mathfrak{B}_1 = 54287$ Thlr.

b) bei Locomotivbetrieb

die Kosten der Betriebsmittel

für 3 Güter-Locomotiven	$= 40 \cdot 271 \cdot 3 =$	32520	Thlr.
" 3 " Tender	$= 10 \cdot 200 \cdot 3 =$	6000	"
" 2 Personen-Locomotiven *)	$= 40 \cdot 137 \cdot 2 =$	10960	"
" 2 " Tender	$= 10 \cdot 150 \cdot 2 =$	3000	"
" Güterwagen	$= 0{,}132 \cdot 0{,}8 \cdot 1650000 =$	174240	"
" Personenwagen	$= 0{,}14644 \cdot 2 \cdot 100000 =$	29288	"

$\mathfrak{B}_2 = 256008$ Thlr.

die Betriebskosten

für allgemeine Verwaltung = 3000 Thlr.

" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung = 17000 "

" Transport-Verwaltung, d. i.

$$\mathfrak{E}_1 = 2050 + \frac{10000}{65} + \frac{1650000}{160} + \frac{1800000}{400}$$

$$+\left[720 + \frac{3}{2680} \cdot 180000 + \frac{1,8}{3750} \cdot 1800000\right] 3,4 = 25159,2 \text{ "}$$

$$\mathfrak{F}_2 = 3\left[6 \cdot \frac{2}{3}\left(223 + 120\frac{1}{4}\right) + 7,3 \cdot \frac{1}{4}(75,2 + 60)\right] 3,4 \cdot \frac{8}{30}$$

$$+ \frac{7}{6}(60 \cdot 2 + 73 \cdot 1)\, 3,4 + 640\left[1 + 2\left(\frac{2}{10,2} + \frac{1}{6,8}\right) 3,4\right]$$

$$+ \frac{5}{6}(300 \cdot 2 + 365 \cdot 1)\, 3,4 \qquad 10068 \text{ "}$$

$\mathfrak{B}_2 =$ rund 55228 Thlr.

*) Es ist hier, so wie im nächsten Falle, das Gewicht jeder Locomotive noch einmal so groß angenommen worden, als eigentlich nöthig wäre.

Brutto-Einnahme $E = 142800$ Thlr.

Betragen auch hier die Kosten einer Meile Eisenbahn für Pferdebetrieb 330765 Thlr., für Locomotivbetrieb 370000 Thlr., so verzinst sich die Pferdebahn mit

$$R = \frac{142800 - 54287}{1124601 + 147776} . 100 = 6{,}95 \text{ Proc.}$$

die Locomotivbahn mit

$$R_1 = \frac{142800 - 55228}{3{,}4 . 370000 + 256008} . 100 = 5{,}78 \text{ Proc.}$$

und ergeben sich die Ausgaben im Verhältniß zur Brutto-Einnahme zu

$$\frac{B_1}{E} . 100 = \frac{5428700}{142800} = 38 \text{ Proc. bei dem Pferdebetrieb,}$$

dagegen zu

$$\frac{B_2}{E} . 100 = \frac{5522800}{142800} = 38{,}68 \text{ Proc. bei dem Locomotivbetrieb.}$$

Einer Verzinsung des gesammten Anlagekapitals nach 4 Proc. entspricht der Aufwand pro Bahnmeile von

$$\frac{25\,(142800 - 54287) - 147776}{3{,}4} = 607367 \text{ Thlr.}$$

bei Pferdebetrieb, und von

$$\frac{25\,(142800 - 55228) - 256008}{3{,}4} = 568618 \text{ Thlr.}$$

bei Dampfbetrieb.

5) Wenn auf der nämlichen Bahn nach beiden Richtungen ganz gleiche Verkehrsverhältnisse stattfinden, mithin für den angenommenen Gesammtverkehr $Q = Q_1 = 900000$ Ctr. und $P = P_1 = 90000$ Personen betragen, so berechnen sich

a) bei Pferdebetrieb

die Kosten der Betriebsmittel

für Fracht- und Eilpferde $= 190\,(38 + 17) = 10450$ Thlr.

" Güterwagen $= 0{,}132 . \frac{1}{2} . 900000 = 59400$ "

" Personenwagen $= 0{,}14644 . \frac{3}{2} . 90000 = 19769{,}4$ "

$B_1 =$ rund 89620 Thlr.

die Betriebskosten

für allgemeine Verwaltung = 2000 Thlr.

" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung = 11900 "

" Transport-Verwaltung, als:

$$\mathfrak{E} = 1850 + 125.19 + \frac{1800000}{400}$$

$$+\left[720 + \frac{1,5}{5000}.1800000 + \frac{2,5}{3570}.180000\right] 3,4 = 13438 \text{ "}$$

$$\mathfrak{F}_1 = 300\,(38 + 17) = 16500 \text{ "}$$

$B_1 = 43838$ Thlr.

b) bei Locomotivbetrieb

die Kosten der Betriebsmittel

für Güter-Locomotiven $= 40.153.3 = 18360$ Thlr.

" deren Tender $= 10.200.3 = 6000$ "

" Personen-Locomotiven $= 40.125.2 = 10000$ "

" deren Tender $= 10.150.2 = 3000$ "

" Güterwagen $= 0,132.0,8.900000 = 95040$ "

" Personenwagen $= 0,14644.2.90000 = 26360$ "

$\mathfrak{B}_2 = 158760$ Thlr.

die Betriebskosten

für allgemeine Verwaltung = 3000 Thlr.

" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung = 17000 Thlr.

" Transport-Verwaltung, als:

$$\mathfrak{E}_1 = 2050 + \frac{90000}{65} + \frac{900000}{150} + \frac{1800000}{400}$$

$$+\left[720 + \frac{3}{2680}.180000 + \frac{1,8}{3750}.1800000\right] 3,4 = 20005 \text{ "}$$

$$\mathfrak{F}_2 = 3\left[6.\frac{2}{3}\,(126 + 126) + 7,3.\frac{1}{4}.2.68,5\right] 3,4.\frac{8}{30}$$

$$+\frac{7}{6}\,(60.2 + 73.1)\,3,4 + 640\left[1 + 2\left(\frac{2}{10,2} + \frac{1}{6,8}\right) 3,4\right]$$

$$+\frac{5}{6}\,(300.2 + 365.1)\,3,4 = 9085 \text{ "}$$

$B_2 = 49090$ Thlr.

Brutto-Einnahme = 142800 Thlr.

Die Kosten für jede Meile Eisenbahn beim Pferdebetrieb = 330765 Thlr., beim Locomotivbetrieb = 370000 Thlr. gesetzt, verzinst sich die Pferdebahn mit

$$R = \frac{142800 - 43838}{3{,}4 \,.\, 330765 + 89620} \,.\, 100 = 8{,}15 \text{ Proc.},$$

die Locomotivbahn aber mit

$$R_1 = \frac{142800 - 49090}{3{,}4 \,.\, 370000 + 158760} \,.\, 100 = 6{,}61 \text{ Proc.}$$

Von der Brutto-Einnahme betragen die gesammten Auslagen

bei der Pferdebahn

$$\frac{B_1}{E}\, 100 = \frac{4383800}{142800} = 30{,}7 \text{ Proc.}$$

bei der Locomotivbahn

$$\frac{B_2}{E} \,.\, 100 = \frac{4909000}{142800} = 34{,}37 \text{ Proc.}$$

Für eine Verzinsung des gesammten Anlagecapitals nach 4 Proc. würden die Kosten einer Bahnmeile (mit Ausschluß der Betriebsmittel)

beim Pferdebetrieb

$$= \frac{25\,(142800 - 43838) - 89620}{3{,}4} = 701303 \text{ Thlr.}$$

beim Locomotivbetrieb

$$= \frac{25\,(142800 - 49090) - 158760}{3{,}4} = 642350 \text{ Thlr.}$$

betragen können.

In der beigefügten Tabelle I. sind alle diese Resultate übersichtlich zusammengestellt. Ein Blick in dieselbe bestätigt die im Eingange allgemein hingestellte Behauptung, daß sich der Betrieb mittelst Pferden für horizontale oder überhaupt für Bahnen im flachen Lande eher eigne, als für Bahnen in Gebirgsgegenden, in welchen letzteren derselbe nur sehr mittelmäßige Ergebnisse erwarten läßt, wo auf Locomotivbetrieb eingerichtete Bahnen recht gut rentiren können, wozu unter Anderen die der gewählten Beispiele gehören würden. Dessenungeachtet aber thut man sehr

wohl, auch in dergleichen Fällen der Locomotiven sich zu bedienen, weil der Vortheil eines gegen 3 bis 4 Mal schnelleren Transportes auf ihren Bahnen einen verhältnißmäßig geringen Mehraufwand erfordert, die mögliche Verkehrsausdehnung in kürzester Zeit sichert und, was sehr wesentlich ist, einen Betrieb gestattet, der unter übrigens gleichen Umständen im Umfange mindestens das Vier- bis Fünffache des Betriebes auf einer Pferdebahn beträgt.

Gestalten sich auch in der Praxis die Resultate nach Befinden um Vieles anders, als sie auf calculatorischem Wege erhalten wurden, da nur in den seltensten Fällen den Voraussetzungen, daß die jährlich zu befördernden Güter und Personen auf die Betriebstage sich gleichmäßig vertheilen ließen und auf der ganzen Strecke der Bahn verkehrten u. s. w., zu entsprechen sein dürfte, so wird dadurch doch das Verhältniß der Leistung der Pferdekraft zu der der Dampfkraft zu Gunsten jener keineswegs geändert werden, denn alle die Umstände, welche die Rentabilität einer Eisenbahn mit Locomotivbetrieb herabzuziehen vermögen, würden natürlicherweise auch für die nämliche Bahn, wenn sie mit Pferden befahren würde, stattfinden und auf diese Art des Betriebes jedenfalls von ungünstigerem Einflusse sein, als auf Locomotivbetrieb, für welchen behufs der Gewältigung zufällig größerer Massen die erforderliche Reservekraft in die Maschinen gelegt werden kann, während für Pferdebetrieb entweder eine entsprechend größere Anzahl von Pferden Jahr aus Jahr ein unterhalten, oder aber — was jedoch wegen Betriebsstörungen eben nicht sehr zu empfehlen wäre — für dergleichen vorübergehende Fälle der Mehrbedarf durch Miethpferde ersetzt werden müßte. Hierzu kommt nun noch, daß für starken Verkehr die für Pferdebetrieb nöthigen vielen einzelnen Züge eine jedenfalls verwickeltere Geschäftsorganisation voraussetzen. Für Bahnen endlich, die auf ihre ganze Länge mehr oder weniger Steigungen von Belang enthalten, müssen dergleichen Umstände auf Pferdebetrieb um so nachtheiliger einwirkend erachtet werden, als für die steileren Tracte

derselben Vorspannpferde zu halten sind, Locomotiven aber, bei zweckentsprechender Einrichtung dergleichen Stellen mit verhältnißmäßig geringem Mehraufwande ohne Aufenthalt ersteigen können.

Um ferner zu zeigen, welchen Einfluß der Gewinn des reisenden Publikums für die Bahn auf die Rentabilität derselben, insbesondere bei Dampfbetrieb hat, mögen noch zwei Beispiele hier Platz finden, für die die Betriebseinnahmen dieselben sind, welche für die bereits beispielsweise angenommene Bahn erhalten wurden, aber einmal ein geringerer Personenverkehr, und dann gar kein Personenverkehr, mithin nur Gütertransport stattfindet und zwar auf einer Bahn, die ebenfalls ein Ansteigen von $\frac{1}{n} = \frac{1}{130}$ besitzt.

Beispiel 1. Es bestehe der Personenverkehr auf der Bahn von $L = 3{,}4$ Meilen Länge jährlich in nur $P + P_1 = 120000$ Personen, wovon 60000 Personen nach der einen und eben so viel nach der anderen Richtung reisen, dann der Güterverkehr im Jahre bahnabwärts in 120000 Ctrn. Handelsgut und 30000 Ctr. Rohproducten, bahnaufwärts aber in 275000 Ctrn. Handelsgütern und $\mathfrak{Q}$ Centnern Rohproducten.

Für diese Verkehrsverhältnisse ergibt sich zunächst die Einnahme

$$E = 3{,}4 \left[120000 \cdot \frac{3{,}5}{30} + (120000 + 275000)\frac{5}{300} + 30000 \cdot \frac{3}{300} + \mathfrak{Q} \cdot \frac{3}{300}\right] = 3{,}4 \left[20883\frac{2}{3} + \frac{1}{100} \cdot \mathfrak{Q}\right] \text{Thlr.}$$

Soll diese Einnahme 142800 Thlr. betragen, so würden demnach jährlich bahnaufwärts

$$\mathfrak{Q} = \left(\frac{142800}{3{,}4} - 20883\frac{2}{3}\right) 100 = 2111634 \text{ Ctr.}$$

Rohproducte zu führen sein.

Folglich gehen jährlich überhaupt

$Q = 2111634 + 275000 = 2386634$ Ctr. Güter bahnaufwärts,

$Q_1 = 120000 + 30000 = 150000$ " " bahnabwärts.

Es ergibt sich somit

für Pferdebetrieb

die Anzahl Güterwagen und Lowrys

$$N_2 = \frac{11}{750} \cdot \frac{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)\left(1+\frac{1}{2}\right)}{1{,}1 - \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}} \cdot 2386634 = 675$$

die Anzahl Personenwagen

$$N_3 = \frac{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)\left(1+1\frac{1}{2}\right)}{0{,}55 - \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)5{,}5 - \frac{5{,}5}{130}} \cdot \frac{60000}{108{,}6} = 40$$

die Anzahl Frachtpferde

$$M_5 = \frac{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right) \cdot 1\frac{1}{2} \cdot 2386634 \cdot 3{,}4}{963{,}5\left[1{,}1 - \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)(11+5{,}5) - \frac{5{,}5}{130}\right]} = 188$$

die Anzahl Eilpferde

$$M_6 = \frac{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right) 2\frac{1}{2} \cdot 60000 \cdot 3{,}4}{718\left[0{,}55 - \left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)(11+5{,}5) - \frac{5{,}5}{130}\right]} = 30$$

die Anzahl Pferde-Einstellkarren

$M_5 + M_6 = 188 + 30 = 218$

mithin der Aufwand für Betriebsmittel, als:

für Fracht- und Eilpferde	$= 190\ (188 + 30) =$	41420 Thlr.
" Güterwagen	$= 0{,}132 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2386634 =$	157518 "
" Personenwagen	$= 0{,}14644 \cdot \frac{3}{2} \cdot 60000 =$	13180 "
" Pferde-Einstellkarren	$= 9 \cdot 5{,}5 \cdot 218 =$	10791 "
	d. i.: $B_1 =$	222909 Thlr.

sowie die Betriebskosten an

allgemeiner Verwaltung	= 2000 Thlr.
Bahnunterhaltung und Verwaltung	= 11900 "

Transport-Verwaltung, und zwar:

für Gehalte, Wagen-Unterhaltung ꝛc.

$$\mathfrak{E} = 1850 + 125 . 40 + \frac{2536634}{400}$$

$$+\left[270 + \frac{3}{10000} . 2536634 + \frac{5}{2 . 3570} . 120000\right] 3{,}4 = 18513 \text{ Thlr.}$$

für die Zugkraft $F_1 = 300\,(188 + 30) \quad = 65400$ "

d. i.: $B_1 = 97813$ Thlr.

Wenn daher die Kosten für Herstellung der Pferdebahn an sich $3{,}4 . 330765 = 1124601$ Thlr., wie für die früheren Beispiele betrügen, würde die Bahn mit überhaupt

$$R = \frac{142800 - 97813}{1124601 + 222909} . 100 = 3{,}34 \text{ Proc.}$$

sich verzinsen.

Hierbei würden die gesammten Ausgaben von der Betriebseinnahme

$$= \frac{9781300}{142800} = 68{,}5 \text{ Proc. betragen.}$$

Für Locomotivbetrieb

dagegen erhält man, da

$$K = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \frac{1{,}8 . 2386634}{300} = 181{,}8 \text{ Ctr.}$$

beim Güterverkehr und

$$K_1 = 1{,}4 \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) \frac{(1 + 2)\,60000}{365} = 8{,}763 \text{ Ctr.}$$

beim Personenverkehr ist, bei $m = 5$ täglich nach jeder Richtung abgehenden Güterzügen, das Gewicht einer Güterzug-Locomotive

$$G = \frac{\frac{181{,}8}{5} + \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) 200}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)} = 446 \text{ Ctr.}$$

und bei $m_1 = 1$ täglichem Personenzug das Gewicht der Personenzugmaschine

$$G_1 = \frac{8{,}763 + \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)150}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)} = 123 \text{ Ctr.}$$

Erstere ist mit einer Kraft von

$$N_2 = 2{,}7444 \,.\, 3 \,.\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left[\frac{1{,}8 \,.\, 2386634}{300 \,.\, 5} + 446 + 200\right]$$

= 366,8 Pferdekräften bahnaufwärts, bei v = 3 Meilen Geschwindigkeit pro Stunde, letztere dagegen mit einer Kraft von.

$$N_4 = 2{,}7444 \,.\, 4 \,.\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left[\frac{3 \,.\, 60000}{260{,}7 \,.\, 1} + 123 + 150\right]$$

= 135,3 Pferdekräften bahnaufwärts bei v_1 = 4 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde in maximo thätig.

Bahnabwärts, in welcher Richtung die Züge gebremst werden müssen, kann, da für die nächsten Züge die Dämpfe in ihrer Spannung zu erhalten sind, rücksichtlich des Koaksaufwandes, die Kraft der Gütermaschine mit

$$N_3 = \frac{366{,}8}{4} = 91{,}7 \text{ Pferdekräften,}$$

die der Personenzugmaschine mit

$$N_5 = \frac{135{,}3}{4} = 33{,}8 \text{ Pferdekräften}$$

in Ansatz gebracht werden.

Durchläuft eine Güterzug-Locomotive täglich a = 10,2 Meilen, eine Personenzug-Locomotive dagegen a_1 = 6,8 Meilen, so sind für den Verkehr der Bahn

$$M = 1 + 2 \,.\, \frac{3{,}4}{10{,}2} \,.\, 5 = 5 \text{ Güterzug-Locomotiven}$$

$$M_1 = 1 + 2 \,.\, \frac{3{,}4}{6{,}8} \,.\, 1 = 2 \text{ Personenzug-Locomotiven}$$

erforderlich.

Ferner werden gebraucht

$$N = \frac{2386634}{6136} = 389 \text{ Güterwagen incl. Lowrys}$$

$$N_1 = \frac{60000}{4866} = 13 \text{ Personenwagen.}$$

Die Kosten der Betriebsmittel betragen demnach

für 5 Güterzug-Locomotiven	$= 40 . 446 . 5 =$	89200 Thlr.
" deren Tender	$= 10 . 200 . 5 =$	10000 "
" 2 Personenzug-Locomotiven	$= 40 . 123 . 2 =$	9840 "
" deren Tender	$= 10 . 150 . 2 =$	3000 "
" 389 Güterwagen	$= 0{,}132 . 0{,}8 . 2386634 =$	252028 "
" 13 Personenwagen	$= 0{,}14644 . 2 . 60000 =$	17572 "
	$B_2 =$	381640 Thlr.

An Betriebskosten wird man haben

für allgemeine Verwaltung	$=$	3000 Thlr.
" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung	$=$	17000 "

" Transport-Verwaltung:

$$E_1 = 2050 + \frac{60000}{65} + \frac{2386634}{150} + \frac{2536634}{400}$$

$$+ \left[720 + \frac{3 . 120000}{2680} + \frac{1{,}8 . 2536634}{3750}\right] 3{,}4 = 32270 \text{ "}$$

$$F_2 = 3\left[6 . \frac{5}{3}(366{,}8 + 91{,}7) + 7{,}3 . \frac{1}{4}(135{,}3 + 33{,}8)\right] 3{,}4 . \frac{8}{30}$$

$$+ \frac{7}{6}(60 . 5 + 73)\, 3{,}4 + 640\left[1 + 2\left(\frac{5}{10{,}2} + \frac{1}{6{,}8}\right) 3{,}4\right]$$

$$+ \frac{5}{6}(300 . 5 + 365)\, 3{,}4 = 23534 \text{ "}$$

$B_2 =$ 75804 Thlr.

Die Rentabilität der Bahn wird daher bestehen in

$$R_1 = \frac{142800 - 75804}{1258000 + 381640} . 100 = 4{,}09 \text{ Proc.}$$

wobei die Gesammt-Ausgaben von der Betriebs-Einnahme

$$= \frac{7580400}{142800} = 53{,}08 \text{ Proc.}$$

betragen werden.

Beispiel 2. Fände auf der Bahn von L = 3,4 Meilen Länge nur Gütertransport statt und zwar in solcher Art, daß bahnabwärts 120000 Ctr. Handelsgüter und 30000 Ctr. Rohproducte, bahnaufwärts dagegen 275000 Ctr. Handelsgüter und

$\mathfrak{Q}_1$ Ctr. Rohproducte zu führen wären, so würde, da auch hier die jährliche Einnahme E = 142800 Thlr. betragen soll, sein:

$$142800 = 3{,}4\left[(120000 + 275000)\frac{5}{300} + (30000 + \mathfrak{Q}_1)\frac{3}{300}\right]$$

deshalb

$$\mathfrak{Q}_1 = \left(\frac{142800}{3{,}4} - 6883\tfrac{1}{3}\right)100. = 3511667 \text{ Ctr.}$$

folglich

$$Q = 275000 + 3511667 = 3786667 \text{ Ctr.}$$

$$Q_1 = 120000 + 30000 = 150000 \text{ Ctr.}$$

Es sind demnach für Pferdebetrieb

$$N_2 = \frac{11}{750}\cdot\frac{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)(1+0{,}5).3786667}{1{,}1-\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)5{,}5-\frac{5{,}5}{130}} = 1070 \text{ Güterwagen}$$

und

$$M_5 = \frac{\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{300}\right)1\frac{1}{2}.3786667.3{,}4}{963{,}5\left[1{,}1-3\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{130}\right)5{,}5-\frac{5{,}5}{130}\right]} = 300 \text{ Pferde}$$

und eben so viel Einstellkarren erforderlich.

Daher die Kosten für Betriebsmittel, als:

für Frachtpferde	=	190 . 300	= 57000 Thlr.
= Güterwagen	=	$0{,}132 . \frac{1}{2} . 3786667$	= 249920 =
= Pferde-Einstellkarren	=	9 . 5,5 . 300	= 14850 =
		überhaupt = B_1	= 321770 Thlr.

und die Betriebskosten,

an allgemeiner Verwaltung	= 2500 Thlr.
= Bahn-Unterhaltung und Verwaltung	= 13000 =
= Transport-Verwaltung, als:	

$$E = 1850 + \left[720 + \frac{1+\frac{1}{2}}{5000}.3936667\right]3{,}4 + \frac{3936667}{400}$$

= 18155 =

Zugkraft $F_1 = 300 . 300$ = 90000 =

überhaupt = B_1 = 123655 Thlr.

Bei dem Kostenaufwande für die Bahn im Betrage von 1124601 Thlr. verintereſſirt ſich das geſammte Anlagekapital zu

$$R = \frac{142800 - 123655}{1124601 + 321770} \cdot 100 = 1{,}32 \text{ Proc.}$$

und beträgt dabei die Ausgabe des Betriebes von der Brutto-Einnahme

$$= \frac{12365500}{142800} = 86{,}5 \text{ Proc.}$$

Für Locomotivbetrieb

endlich ergibt ſich, da $K = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\frac{1{,}8 \cdot 3786667}{300} = 288{,}37$ iſt, das Gewicht einer Güterzug-Locomotive, bei $m = 8$ von jeder Endſtation abgehenden täglichen Zügen, zu

$$G = \frac{\frac{288{,}37}{8} + \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right) 200}{\frac{1}{10} - \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)} = 442 \text{ Ctr.}$$

Eine Maſchine von dieſem Gewichte übt bei $v = 3$ Meilen Geſchwindigkeit in der Stunde bahnaufwärts die Kraft von

$$N_2 = 2{,}7444 \cdot 3 \cdot \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{130}\right)\left[\frac{1{,}8 \cdot 3786667}{300 \cdot 8} + 442 + 200\right]$$

$= 364$ Pferdekräften aus und wird bahnabwärts an Koaks mehr nicht, als für etwa $\frac{364}{4} = 91$ Pferdekräfte, zur Erhaltung der Dampfſpannung bedürfen.

Wird auch hier die Locomotive auf nur 10,2 Meilen täglich benutzt, ſo ſind zum Betrieb der Bahn

$$M = 1 + 2 \cdot \frac{3{,}4}{10{,}2} \cdot 8 = 7 \text{ Locomotiven}$$

und ebenſoviel Tender erforderlich.

An Güterwagen endlich werden gebraucht

$$N = \frac{3786667}{6136} = 618 \text{ Stück.}$$

Die Kosten für Betriebsmittel ergeben sich somit wie folgt:

für 7 Locomotiven $= 40.442.7 = 123760$ Thlr.

" 7 Tender $= 10.200.7 = 14000$ "

" 618 Güterwagen $= 0{,}132.0{,}8.3786667 = 399872$ "

$B_2 = 537632$ Thlr.

Dagegen werden die Betriebskosten betragen,

für allgemeine Verwaltung $= 3500$ Thlr.

" Bahn-Unterhaltung und Verwaltung $= 20000$ "

" Transport-Verwaltung:

$$E_1 = 2050 + \frac{3786667}{150} + \frac{3936667}{400} + \left[720 + \frac{1{,}8}{3750}.3936667\right] 3{,}4 = 46008 \text{ "}$$

$$E_2 = 3\left[6.\frac{8}{3}(364+91)\right]3{,}4.\frac{8}{30} + \frac{7}{6}.60.8.3{,}4 + 640\left(1+2.\frac{8}{10{,}2}.3{,}4\right) + \frac{5}{6}.300.8.3{,}4 = 32560 \text{ "}$$

$B_2 = 102068$ Thlr.

Kostet auch hier die Bahn an sich 1258000 Thlr., so wird ihre Rentabilität bestehen in

$$R_1 = \frac{142800 - 102068}{1258000 + 537632}.100 = 2{,}26 \text{ Proc.}$$

sowie die Bruttoausgabe von der Bruttoeinnahme in

$$= \frac{10206800}{142800} = 71{,}5 \text{ Proc.}$$

In der angehangenen Tabelle II. sind diese Ergebnisse mit den entsprechenden der Tabelle I. zusammengestellt worden. Man ersieht aus derselben ohne Weiteres den Einfluß des Personenverkehrs auf die Rentabilität einer Bahn und auf das Verhältniß der Bruttoausgaben zu den Bruttoeinnahmen.

Offenbar aber wird die angegebene Rentabilität der Bahn mittelst Pferdebetrieb nicht erreicht werden, einmal wegen der mehreren Störungen, die die Größe des Verkehrs für diese Betriebsmodalität zur Folge hat; dann, weil wegen der nur mäßigen

Geschwindigkeit der Züge der Personenverkehr bei Weitem nicht so umfänglich zu erwarten ist, als bei Locomotivenbetrieb und endlich, selbst bei einem ansehnlich höheren Preis des Brennmaterials, die Zugkraft des letzteren wohlfeiler ist, als die der Pferde.

Jene Störungen im Betriebe der Bahn und der Umfang des Personenverkehrs sind relativ und lassen sich a priori schwer constatiren, dagegen läßt sich die Wohlfeilheit der Zugkraft bei Locomotivenbetrieb im Verhältniß zu dem Betriebe mittelst Pferden auf Eisenbahnen und Chausseen auch noch durch folgende einfache Betrachtung nachweisen.

Die Zugkraft eines Pferdes auf einer mit $\frac{1}{n}$ ansteigenden gut unterhaltenen Chaussee beträgt bergauf bei 4 Fuß Geschwindigkeit = 1,1 Zollcentner, daher die reine Ladung für dasselbe in dieser Richtung

$$q = \frac{1{,}1 - \frac{1}{n}p}{(1+\varphi)\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{n}\right)} \text{ Ctr.}$$

Mit dieser Ladung durchläuft es in 8 Stunden des Tages $\frac{8.60.60.4}{26157} = 4{,}404$ Meilen. Seine Leistung besteht daher in

$$4{,}404 \,.\, q = 4{,}404 \,.\, \frac{1{,}1 - \frac{1}{n}p}{(1+\varphi)\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{n}\right)} \text{ Ctr. Last,}$$

eine Meile weit transportirt.

Eine dergl. Fuhre kostet, wenn jährlich 300 Arbeitstage angenommen werden, und die Unterhaltung eines Pferdes nebst Knecht, Geschirr u. s. w. pro Tag durchschnittlich mit 1 Thlr. berechnet wird, an Zugkraft = 300 Pfennige; mithin kostet 1 Centner Frachtgut 1 Meile weit bergauf zu fahren an Zugkraft

$$k = \frac{300}{4{,}404} \cdot \frac{(1+\varphi)\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{n}\right)}{1{,}1 - \frac{1}{n}p} \text{ Pfennige}$$

oder, wenn das Gewicht eines Pferdes durchschnittlich $p = 5{,}5$ Ctr. und $\varphi = 0{,}3$ gesetzt wird,

$$k = 88{,}556 \cdot \frac{\frac{1}{20} + \frac{1}{n}}{1{,}1 - \frac{5{,}5}{n}} \text{ Pfennige.}$$

Auf einer Eisenbahn mit dem nämlichen Ansteigen dagegen betragen die Zugkraftkosten eines Pferdes bahnaufwärts, wenn für dieselbe $\varphi = 0{,}5$ gesetzt wird,

$$k_1 = 102{,}18 \cdot \frac{\frac{1}{200} + \frac{1}{n}}{1{,}1 - \frac{5{,}5}{n}} \text{ Pfennige.}$$

Wird dieselbe Eisenbahn mit Locomotiven befahren, so beträgt die reine Ladung auf eine G Centner schwere Locomotive mit dem Tendergewicht T in maximo

$$q = \frac{G - 10\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)(G + T)}{10\,(1 + \varphi_1)\left(\frac{1}{200} + \frac{1}{n}\right)} \text{ Centner,}$$

wobei sie die Zugkraft von $0{,}1372 \cdot v \cdot G$ Pferdekräften bei v Meilen Geschwindigkeit in der Stunde ausübt.

Ist der Umfang des Verkehres bei Locomotivbetrieb von der Art, daß eine Locomotive jährlich wenigstens 3000 Nutzmeilen zurücklegt, so betragen erfahrungsmäßig die Kosten pro Nutzmeile durchschnittlich

für Schmiere und Putzmaterial	= 35	Pfennige
" Gehalte des Führers und Heizers	= 60	"
" Wasserpumper und Putzer	= 25	"
" Unterhaltung der Locomotive und des Tenders	= 100	"

und für Koaks, nach dem Vorstehenden, wenn der Centner davon 8 Ngr. gilt,

$= 0{,}1372 \cdot G \cdot \frac{6}{100} \cdot 80$ d. i. $= 0{,}65856 \cdot G$ Pfennige,

daher die Kosten der Zugkraft pro Meile und Zug überhaupt $= 220 + 0{,}65856 \cdot G$ Pfennige, daher pro Meile und Centner-Ladung

$$k_2 = \frac{10\,(1+\varphi_1)\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)}{G-10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(G+T)}\,(220+0{,}65856\,.\,G)$$

und bei $\varphi_1 = 0{,}8$

$$k_2 = \frac{3960+11{,}854\,.\,G}{G-10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(G+T)}\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)\text{ Pfennige}$$

wofür in abgerundeter Zahl

$$k_2 = \frac{4000+12\,.\,G}{G-10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(G+T)}\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)\text{ Pfennige}$$

gesetzt werden mag.

Kostete dagegen ein Centner Koaks 10 Ngr., so würden die Zugkraftkosten pro Meile und Centner Ladung bei Locomotivbetrieb betragen

$$k_3 = \frac{4000+15\,.\,G}{G-10\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)(G+T)}\left(\frac{1}{200}+\frac{1}{n}\right)\text{ Pfennige}$$

Berechnet man nach diesen Ausdrücken die Kosten der Zugkraft auf die Meile und Centner für verschiedene Steigungen, und zwar, was den Betrieb der Bahnen mit Locomotiven betrifft, für Gewichte der letzteren von 200, 300, 400 und 500 Centnern und für den Preis von 8 Ngr. und 10 Ngr. pro 100 Pfd. Koaks, so erhält man folgende tabellarische Zusammenstellung, aus welcher man zugleich ersieht, daß für vortheilhaften Betrieb nur horizontale und sehr wenig geneigte Eisenbahnen mit schwachen Locomotiven befahren werden dürfen, daß dagegen das Gewicht der Locomotiven um so größer angewendet werden muß, je größer die Neigung der Bahn ist, daß dies jedoch auch seine Grenzen hat, weil mit der Schwere der Maschine nothwendigerweise das Gewicht der anzuwendenden Schienen und deren Kostenaufwand zunimmt.

Kost

bei dem Ansteigen der Chaussee und der Eisenbahn von	von Pferden auf Chausseen	von Pferden auf Eisenbahnen.	des Dam	
			200	
			bei 8 %	
$\frac{1}{n} = \frac{1}{\infty}$	4,02527	0,46446	0,17777	0,1
$\frac{1}{n} = \frac{1}{400}$	4,28003	0,70550	0,28235	0,2
$\frac{1}{n} = \frac{1}{300}$	4,36639	0,78722	0,3200	0,2
$\frac{1}{n} = \frac{1}{200}$	4,54133	0,97780	0,40000	0,3
$\frac{1}{n} = \frac{1}{150}$	4,71928	1,12113	0,48700	0,3
$\frac{1}{n} = \frac{1}{100}$	5,08455	1,46669	0,68571	0,5
$\frac{1}{n} = \frac{1}{75}$	5,46280	1,82476	0,92631	0,6
$\frac{1}{n} = \frac{1}{50}$	6,26154	2,58030	1,60000	1,0
$\frac{1}{n} = \frac{1}{40}$	6,90046	3,18483	2,4000	1,5
$\frac{1}{n} = \frac{1}{30}$	8,05054	4,27300	5,25714	2,6

aft aufwärts.

ahnen mittelst Locomotiven, die jährlich gegen 3000 Nutzmeilen zurücklegen und ein Gewicht besitzen von

	500	200	300	400	500 Centnern
d. Koaks		bei 10 Ngr. pro 100 Pfd. Koaks.			
92	0,10752	0,19444	0,15455	0,13527	0,12365 Pfennige
91	0,16760	0,30882	0,24764	0,21127	0,19279 "
52	0,18868	0,35000	0,27419	0,23809	0,21700 "
82	0,23256	0,43750	0,34000	0,29412	0,26744 "
11	0,27900	0,53261	0,41034	0,35353	0,32072 "
80	0,37974	0,75000	0,56666	0,48387	0,43670 "
32	0,49148	1,01310	0,74800	0,63219	0,56726 "
0	0,76923	1,75000	1,21285	1,00000	0,88461 "
00	1,03448	2,62500	1,70000	1,36363	1,18965 "
31	1,65400	5,75000	3,00769	2,25490	1,90287 "

	Horizontale Bahn			
	für in beiden Richtungen gleiche Verkehrsverhältnisse bei		für 1650000 Ctr. und 80000 Pers. oder einen 15000 Güter u. 10000 sonen in der a Richtung	
	Pferdebetrieb	Locomotivbetrieb	Pferdebetrieb	Loc b
1) Bahnlänge	3,4	3,4	3,4	
2) Anlagekosten der Bahn				
pro Meile . .	330765	370000	330765	3
überhaupt . . .	1124601	1258000	1124601	12
3) Kosten der Betriebsmittel, u. zwar:				
an Pferden	10450	—	16910	
= Locomotiven und Tendern . .	—	37360	—	
= Güterwagen	59400	95040	108900	1
= Personenwagen	19770	26360	21966	
= Pferde-Einstellkarren	—	—	—	
Summe	89620	158760	147776	2
4) Kosten des Betriebes, als:				
an allgemeiner Verwaltung . . .	2000	3000	2000	
= Bahn-Unterhaltung u. Verwaltung	11900	17000	11900	
= Transport-Verwaltung, nämlich:				
Gehalte, Unterhaltung der Transportwagen u. s. w. .	13438	20005	13687	
Zugkraftkosten	16500	9085	26700	
überhaupt	43838	49090	54287	
5) Brutto-Einnahme	142800	142800	142800	1
6) Verzinsung des gesammten Anlagekapitals	8,15	6,61	6,95	
7) Von der Brutto-Einnahme betragen die gesammten Ausgaben	32,59	34,37	38	3
8) Kosten der Bahn für 4 Proc. Verzinsung des gesammten Anlagekapitals				
pro Meile . . .	701303	642350	607367	5
auf die ganze Länge	2386430	2183990	2065049	19

Bahn mit $\frac{1}{n} = \frac{1}{130}$ Ansteigen

beiden Richtungen Verkehrsverhältnisse bei		für 150000 Ctr. Güter und 100000 Personen bahnaufwärts, 1650000 Ctr. Güter, 80000 Personen bahnabwärts bei		für 1650000 Ctr. Güter und 80000 Personen bahnaufwärts und 150000 Ctr. Güter, 100000 Personen bahnabwärts bei		
de= ieb	Locomotiv= betrieb	Pferde= betrieb	Locomotiv= betrieb	Pferde= betrieb	Locomotivbetrieb	
,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	Meilen
765	370000	330765	370000	330765	370000	Thaler
601	1258000	1124601	1258000	1124601	1258000	=
230	—	19380	—	33630	—	=
–	57688	—	56120	—	87480	=
400	95040	108900	174240	108900	174240	=
770	26360	21966	29288	21966	29288	=
792	—	5049	—	8762	—	=
192	179088	155295	259648	173258	291008	Thaler
000	3000	2000	3000	2000	3000	Thaler
900	17000	11900	17000	11900	17000	=
562	20005	19438	25160	19938	25160	=
100	13244	30600	12340	53100	18620	=
562	53249	63938	57500	86938	63780	Thaler
800	142800	142800	142800	142800	142800	=
,10	6,23	5,71	5,62	4,29	5,10	Procent
,3	37,29	44,8	40,26	60,8	44,7	=
687	605790	534193	550839	359158	495438	Thaler
758	2059687	1816255	1872852	1221137	1684489	=

To

	Eise	
	I. Für 1650000 Centner Güter 80000 Personen bahnaufwä und 150000 Centner Güte 100000 Personen bahnabwä bei	
	Pferdebetrieb	Locomot betrie
1) Bahnlänge	3,4	3,4
2) Anlagekosten der Bahn:		
pro Meile . . .	330765	3700
überhaupt . . .	1124601	12580
3) Kosten der Betriebsmittel:		
= an Pferden	33630	—
= Locomotiven und Tendern	—	874
= Güterwagen	108900	1742
= Personenwagen	21966	292
= Pferde-Einstellkarren	8762	—
Summe	173258	2910
4) Kosten des Betriebes:		
= an allgemeiner Verwaltung . . .	2000	30
= Bahn-Unterhaltung und Verwaltung	11900	170
= Transport-Verwaltung, und zwar:		
Gehalte, Unterhaltung der Trans- portwagen ꝛc.	19938	251
Zugkraftkosten	53100	186
Summe	86938	6378
5) Brutto-Einnahme	142800	14280
6) Verzinsung des gesammten Anlagekapitals .	4,29	5,10
7) Von der Brutto-Einnahme betragen die ge- sammten Ausgaben	60,8	44,7

$\frac{}{\iota} = \frac{1}{130}$ Ansteigen.

II.		III.	
r 2386634 Centner Güter) Personen bahnaufwärts; 0000 Centner Güter und)0 Personen bahnabwärts bei		Für 3786667 Centner Güter bahnaufwärts 150000 Centner dergl. bahnabwärts bei	
rdebetrieb	Locomotiv-betrieb	Pferdebetrieb	Locomotivbetrieb
3,4	3,4	3,4	3,4 Meilen
330765	370000	330765	370000 Thaler
124601	1258000	1124601	1258000 "
41420	—	57000	— "
—	112040	—	137760 "
157518	252028	249920	399872 "
13180	17572	—	— "
10791	—	14850	— "
222909	381640	321770	537632 Thaler
2000	3000	2500	3500 Thaler
11900	17000	13000	20000 "
18513	32270	18155	46008 "
65400	23534	90000	32560 "
97813	75804	123655	102068 Thaler
142800	142800	142800	142800 "
3,34	4,09	1,32	2,26 Procent
68,5	53,08	86,5	71,5 "

Leipzig,
Druck von A. Th. Engelhardt.

Literarische Anzeige

für

Eisenbahn-, Straßen- und Wasserbau-Ingenieure, Maschinenbauer, Vermessungsbeamte, Baubeamte, Berg- und Hütten-Ingenieure, Lehrer an technischen Anstalten u. s. w.

In meinem Verlage erschien so eben und ist durch alle Buchhandlungen und Postanstalten des In- und Auslandes zu beziehen:

Der Civilingenieur.

Zeitschrift für das Ingenieurwesen.

Unter besonderer Mitwirkung von

Julius Weisbach, Professor an der K. S. Bergakademie zu Freiberg, und C. R. Bornemann, Kunstmeister zu Freiberg,

herausgegeben

von

Dr. Gustav Zeuner.

Neue Folge. Zweiter Band. Erstes Heft.

Bei Ausgabe des **ersten** Heftes vom **zweiten** Bande des „Civilingenieur" erlaube ich mir, die Herren Ingenieure wiederholt auf vorstehendes Unternehmen aufmerksam zu machen.

Die günstige Aufnahme des ersten Bandes der Zeitschrift, sowie die für denselben der Redaction zugegangenen zahlreichen Originalartikel, von denen viele in andere geachtete Zeitschriften, auch ausländische, übergegangen sind, beweist, daß der „Civilingenieur" eine gefühlte Lücke der technischen Literatur auszufüllen geeignet ist.

In Bezug der Tendenz, der Ausstattung und der Erscheinungsweise des „Civilingenieur" werden keine Veränderungen eintreten.

Der „Civilingenieur" erscheint in Heften von 4 Bogen Stärke (gr. Quartformat), 8 einen Band bildend, jedes mit 3—5 Tafeln sorgfältig ausgeführter Zeichnungen und nach Befinden in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Die einzelnen Hefte werden regelmäßig nach Verlauf von 6 Wochen ausgegeben, so daß jährlich ein Band erscheint. Der Preis eines Bandes von 8 Heften beträgt 7⅓ Thlr.; einzelne Hefte eines Bandes werden nicht abgegeben.

☞ **Original-Artikel sind an die Redaction des Civilingenieur in Freiberg in Sachsen portofrei einzusenden, welche dieselben nach besonderer Uebereinkunft mit den Herren Verfassern honoriren wird.**

Der Inhalt des soeben erschienenen ersten Heftes vom zweiten Bande ist folgender:

Prof. J. Weisbach, Mechanik des Dampfwagens. (Originalmittheilung.) — Armengaud aîné, Dimensionsverhältnisse der Zahnräder. — Ingenieur G. Werther, Organisation der „Ecole des ponts et chaussées" in Paris. (Originalm.) — Ingenieur A. Straus, Ueber die Anlage und Berechnung der Schienengeleise in den Bahnhöfen. (Originalm.)

(Mit 5 Tafeln Abbildungen).

Inhalt des ersten Bandes des Civilingenieur.

(Mit 30 sorgfältig lithographirten Tafeln und in den Text eingedruckten Holzschnitten.)

Dr. Zeuner, Die Weisbach'schen Versuche über den Stoß des isolirten Wasserstrahles gegen ruhende und bewegte Flächen. (Originalmittheilung.) — Prof. Weisbach, Beschreibung zweier neuen Theodoliten zum Gebrauche im Ingenieur-, Berg- und Forstwesen. (Originalm.) — Kunstmeister Bornemann, Graphische Darstellung der relativen Festigkeit. (Originalm.) — Armengaud aîné, Allgemeines System der Schraubengewinde und der für Schrauben und Schraubenmuttern anzunehmenden Dimensionen. — Fourneyron'sche Turbine, nach der verbesserten Construction von Boyden ausgeführt von James B. Francis in Lowell im Staate Massachusetts. — Armstrong, Ueber die durch das Oeffnen der Pumpenventile bewirkten Erschütterungen. — Wasserhebungsrad. — Prof. Weisbach, Die räumliche Aufnahme und Cubirung von Bergen und Halden. (Originalm.) — Gewerbschullehrer C. H. Schmidt, Ueber die Herstellung von Schiebercurven und deren Anwendung bei Construction von Steuerungs- und Expansionsvorrichtungen. — Prof. Gätzschmann, Ueber Entzündung von Sprengschüssen durch den electrischen Funken. (Originalm.) — Ingenieur G. Werther, Verwendung von Sandsäcken zum Ausrüsten gewölbter Bögen. (Originalm.) — Penn, Verbesserungen an Dampfmaschinen. — Armengaud aîné, Dimensionsverhältnisse der Krummzapfen für Dampfmaschinen. — Hughes, Ueber den Ausfluß des Leuchtgases und Bewegung desselben in den Leitungsröhren. — Ingenieur Werther, Die Bogenbrücken; praktische Beiträge zur Construction steinerner, eiserner und Hänge-Brücken. (Originalm.) — Ingenieur Werther, Apparat zur Gruben-Ventilation. (Originalm.) — Dr. Zeuner, Neue Versuche über die Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen bei kleinen Druckhöhen. (Originalm.) — Die calorische Maschine. — K. S. Eisenbahndirector Freiherr v. Weber, Ueber Bildung der Techniker und deren Prüfung für den öffentlichen Dienst. (Originalm.) — Prof. Dr. Schlömilch, Ueber Kettenbrücken von durchaus gleicher Sicherheit. (Originalm.) — Gewerbschullehrer C. H. Schmidt, Ueber Construction von Schiebersteuerungen. (Originalm.) — Prof. Weisbach, Ueber Darstellung von Bergen und Halden. (Originalm.) — Ingenieur G. Werther, Neue Art der Pfahlgründung und Verankerung. (Originalm.) — Bergingenieur F. Kästner, Ueber das Markscheiden mit dem Theodoliten über Tage und in der Grube. (Originalm.) — Armengaud aîné, Ueber Dimensionsverhältnisse der Kurbelstangen. — K. S. Eisenbahndirector Freiherr v. Weber, Die schmiedeeiserne Brücke über die Flöha bei Olbernhau. (Originalm.) — Ingenieur M. W. Schmidt, Ueber den Bau der Flußdampfschiffe. (Originalm.) — Ingenieur G. Werther, Beschreibung einer neuen selbstwirkenden Fallbremse. (Originalm.) — Dr. G. Zeuner, Ueber die vortheilhafteste Geschwindigkeit und Maximalleistung der Reactionsturbinen mit und ohne Leitschaufeln. (Originalm.) — Ingenieur G. Werther, Arbeitercontrole im Arsenale zu Woolwich. (Originalm.) — Ingenieur G. Werther, Neuer Isolator für Telegraphendrähte. (Originalm.) — Phillips, Theorie der variabeln Expansion mittelst Stephenson's Coulisse. — Ingenieur G. Werther, Beschreibung eines Tachometers für den Gebrauch bei Locomotiven, erfunden von M. Deniel. — Kunstmeister C. Bornemann, Festigkeitsversuche mit dreieckigen Stäben. (Originalm.) — Ingenieur G. Werther, Normen für die Querprofile der französischen Eisenbahnen. (Originalm.) — Armengaud aîné, Dimensionsverhältnisse der Balanciers für Dampfmaschinen. — K. S. Eisenbahndirector Freiherr v. Weber, Beiträge zur Ermittelung der Reibung der Eisenbahnfuhrwerke. (Originalm.) — Professor J. Weisbach, Der hydrometrische Becher. (Originalm.) — Gewerbschullehrer C. H. Schmidt, Steuerungsvorrichtung einer zweicylindrigen Expansionsdampfmaschine. (Originalm.) — Kunstmeister C. R. Bornemann, Notiz über John Johnes' Versuche über den Kraftbedarf zum Lochen von Kesselblechen. (Originalm.) — Kunstmeister C. R. Bornemann, Lamarle's Versuche über die Biegung des Holzes. — Ingenieur M. W. Schmidt, Ueber den Bau der Flußdampfschiffe. (Originalm.) — Ingenieur J. G. Hartmann, Beschreibung der Weißeritz-Ueberbrückung in Dresden. (Originalm.) — Professor C. R. Brückmann, Bemerkungen über die sogenannte Antifrictionscurve und deren Anwendung bei dem Maschinenbau. (Originalm.) — Ingenieur G. Werther, Der Aquäduct bei Roquefavour. (Originalm.) — Bergingenieur A. Gurlt, Betrachtungen über die Theorie des Sprengens. (Originalm.)

☞ Elegant cartonirte Exemplare des ersten Bandes sind à Exemplar 7 Thlr. 15 Ngr. durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Freiberg, October 1854.

J. G. Engelhardt.

Druck von A. Th. Engelhardt in Leipzig.

3 0112 062002065

Im Verlage von **J. G. Engelhardt** i[illegible] alle Buchhandlungen zu beziehen:

Beust, F. C. Freiherr von, Königl. Sächs. [illegible] dentung des Freiberger Berg- und Hüttenwesens gegenüber der dasigen Eisenbahnfrage. gr. 8. geh. 3 Ngr.

—— die Eisenbahnlinie von Dresden über Freiberg und Chemnitz nach Zwickau. gr. 8. geh. 5 Ngr.

—— die Eisenbahnverbindung zwischen Zwickau und dem Obererzgebirge als Mittel gegen den Verfall der dasigen Eisenindustrie. Zweiter unveränderter Abdruck. gr. 8. geh. 5 Ngr.

—— die obererzgebirgische Eisenbahn. gr. 8. geh. 5 Ngr.

Plattner, C. F., Professor der Hüttenkunde an der Königl. Sächs. Bergakademie zu Freiberg, Beantwortung der Frage: Ist anzunehmen, daß nach Herstellung einer Eisenbahn von Dresden über Tharand, Freiberg und Chemnitz nach Zwickau, in der Freiberger Gegend die Zwickauer Steinkohlen und Koaks diejenigen des Plauenschen Grundes verdrängen werden? gr. 8. geh. 5 Ngr.

Weisbach, Julius, Professor an der Königl. Sächs. Bergakademie zu Freiberg, die Experimental-Hydraulik. Eine Anleitung zur Ausführung hydraulischer Versuche im Kleinen, nebst Beschreibung der hierzu nöthigen Apparate und Entwickelung der wichtigsten Grundformeln der Hydraulik, so wie Vergleichung der durch diese Apparate gefundenen Versuchsresultate mit der Theorie und mit den Erfahrungen im Großen. Mit 149 in den Text eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. Velinp. eleg. geh. 2 Thlr. 10 Ngr.

Vom zweiten Bande der in demselben Verlage erscheinenden Zeitschrift:

Der Civilingenieur.

Zeitschrift für das Ingenieurwesen.

Unter besonderer Mitwirkung von

Julius Weisbach, Professor an der K. S. Bergakademie zu Freiberg, und **C. R. Bornemann**, Kunstmeister zu Freiberg,

herausgegeben von

Dr. Gustav Zeuner.

ist soeben das zweite Heft erschienen, und ist der Inhalt desselben:

Straus, Ueber die Anlage, Berechnung und Absteckung der Schienengeleise in den Bahnhöfen (Schluß). — Bornemann, Beschreibung einer Wassersäulenmaschine mit Ventilsteuerung. — Zeuner, Ueber die Contractionsscala. — Couche, Ueber die steinernen Brücken und Viaducte der deutschen Eisenbahnen. — Armengaud aîné, Dimensionsverhältnisse der Zahnräder, Zahnstangen, Kettenvorgelege und conischen Räder (Fortsetzung).

Das dritte Heft, welches sich unter der Presse befindet und Mitte März zur Versendung gelangt, wird enthalten:

Noeggerath, Ueber die Druckregulirung in den Gasbehältern. — Bornemann, Vergleichung der Formeln von Weisbach und Boileau über den Ausfluß durch Ueberfälle und Mündungen über die ganze Wand. — Junge, Ueber die Tragkraft gesprengter Balken. — Zeuner, Ueber ein eisernes Wasserrad mit Coulissenschütze zum Betrieb der Schneidemühle in Deuben bei Dresden. — Bourdon, Horizontale gekuppelte Dampfmaschinen mit Condensation und variabler Expansion. — Schmidt, Bemerkungen über einige Theile der Schiffsdampfmaschinen.

Heft 2 sind 3 Tafeln, Heft 3 werden 4 sorgfältig lithographirte Tafeln beigegeben.

Bestellungen auf den „**Civilingenieur**" nehmen alle Buchhandlungen und Postanstalten entgegen. Der Preis eines Bandes von 8 Heften, welche nicht getrennt abgegeben werden, ist 7 Thlr. 10 Ngr.

Druck von A. Th. Engelhardt in Leipzig.